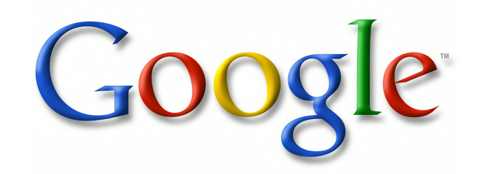
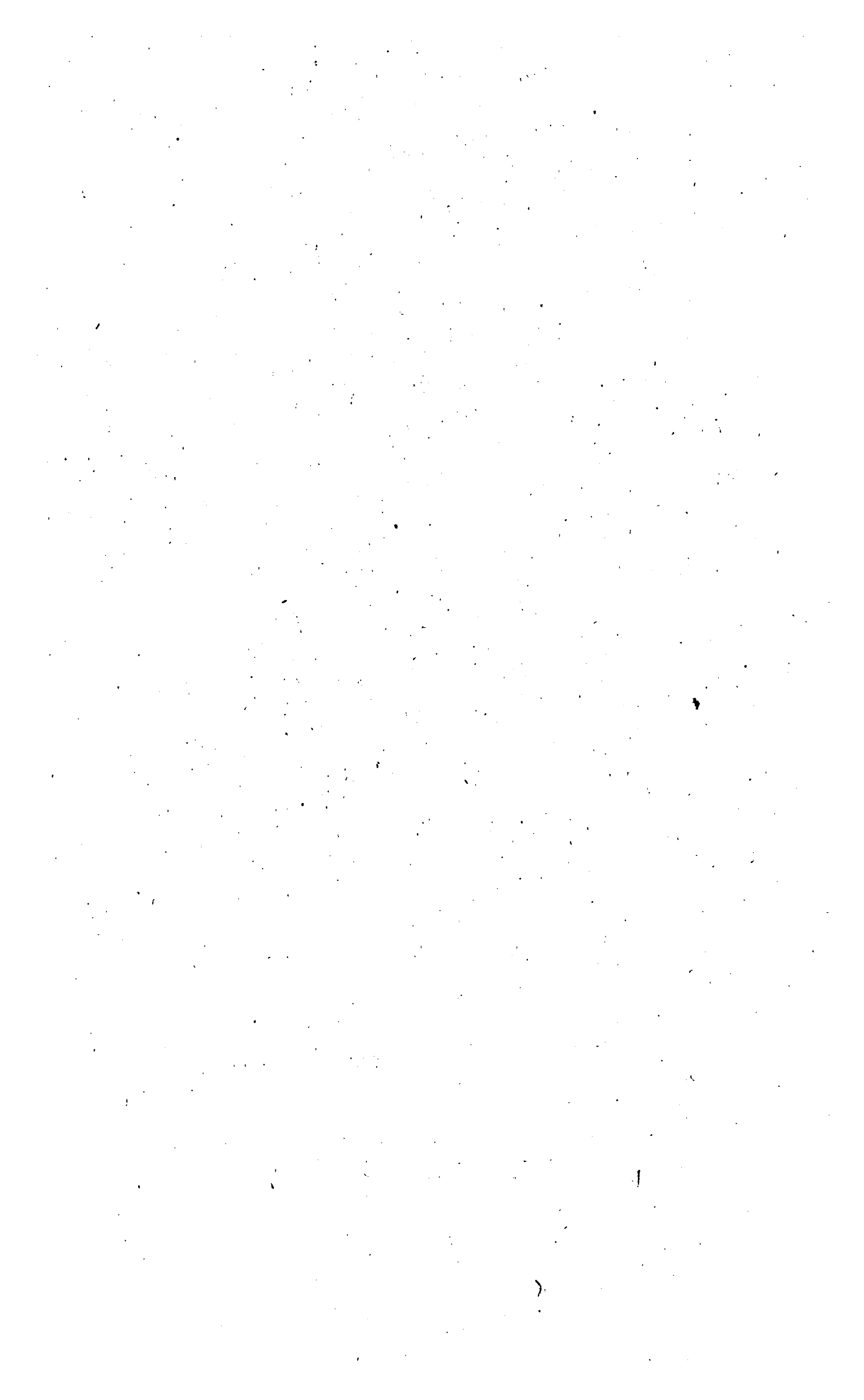
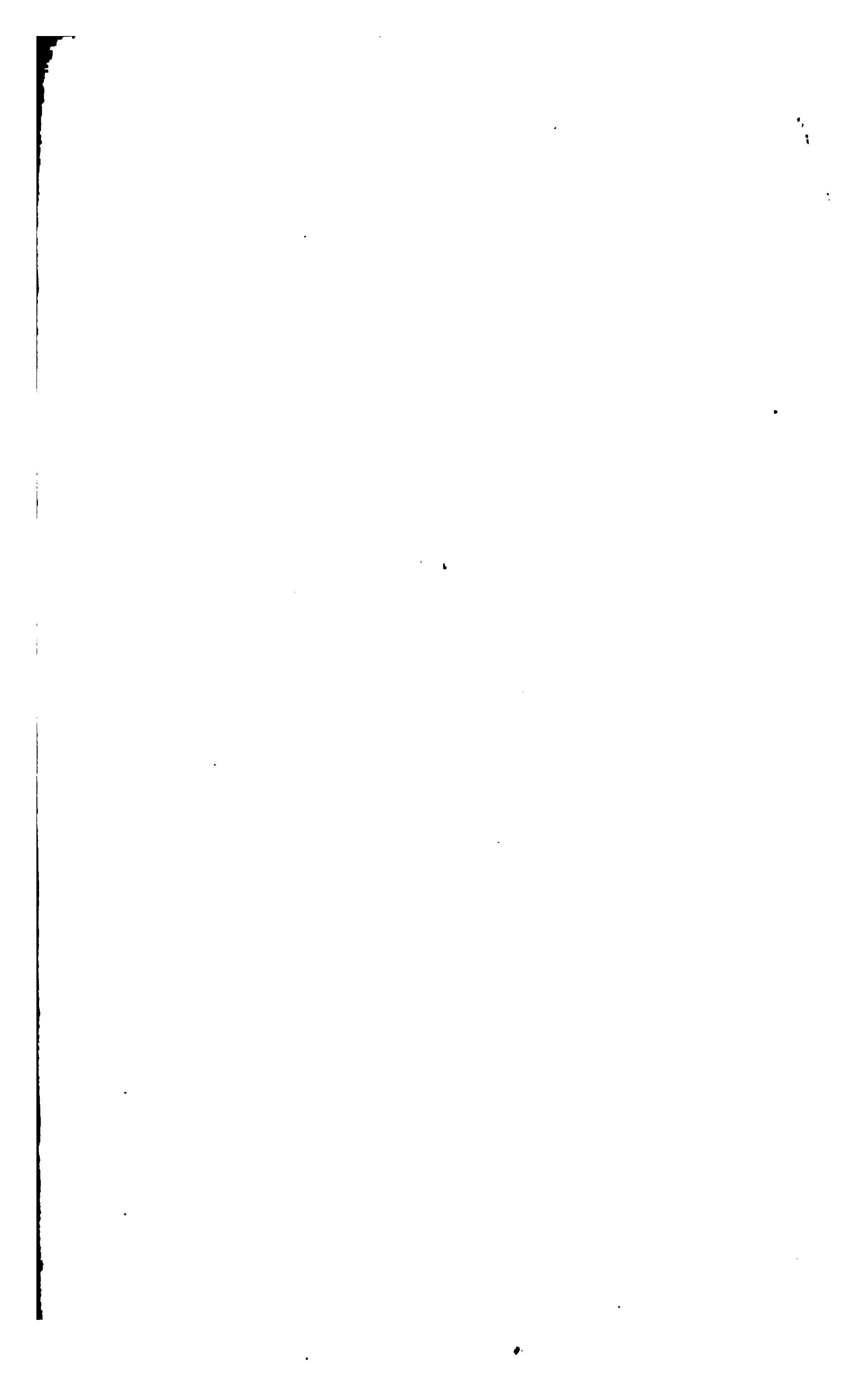








SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

NEUNUNDNEUNZIGSTER BAND.

WIEN, 1891.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XCIX. BAND. ABTHEILUNG III.

JAHRGANG 1890. — HEFT I BIS X.

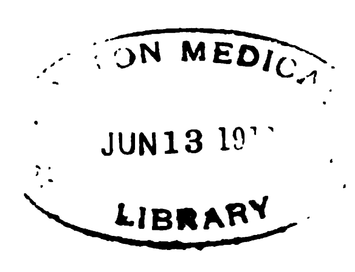
(Mit 27 Tafeln.)

WIEN, 1891.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. I. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie, des Menschen und der Thiere; sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



I. SITZUNG VOM 9. JÄNNER 1890.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, welchen die kaiserliche Akademie durch das am 27. December v. J. erfolgte Ableben des wirklichen Mitgliedes, k. k. Ministers a. D. Dr. Alfred Freiherrn v. Kremer in Wien (Ober-Döbling) erlitten hat.

Die anwesenden Mitglieder geben Ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Der Secretär legt den eben erschienenen 56. Band der Denkschriften vor.

Die Direction des Meteorologischen Observatoriums der königl. Universität in Upsala dankt für die Betheilung mit den Publicationen der österreichischen Polarstation Jan Mayen.

Ferner sind Dankschreiben eingelangt, und zwar von Prof. Dr. A. Grünwald in Prag für die ihm zur Fortsetzung seiner spectrologischen Untersuchungen — und von Dr. Bohuslav Brauner in Prag für die ihm zur Fortsetzung seiner Arbeiten über das Tellur bewilligte Subvention.

Der Secretär legt folgende zwei Arbeiten aus dem Laboratorium für chemische Technologie an der k. k. technischen Hochschule in Brünn vor:

1. „Über eine neue allgemeine Reaction auf Stickstoff in organischen Substanzen“, von Prof. Ed. Donath.
2. „Zur chemischen Zusammensetzung von *Molimia coerulea* (Mönch.) vom Königsberg bei Raibl“, von G. Hattensaur.

Herr Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrer-Bildungsanstalt in Linz übersendet eine vorläufige Mittheilung über neue Gallmilben.

Der Vorsitzende, Herr Hofrath Prof. J. Stefan überreicht eine Mittheilung: „Über elektrische Schwingungen in geraden Leitern."

Herr Dr. James Moser überreicht zwei Arbeiten aus dem physikal.-chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien, und zwar:

1. „Elektrische Schwingungen in luftverdünnten Räumen ohne Elektroden."
2. „Über die Leitungsfähigkeit des Vacuums."

Über Wechselbeziehungen zwischen dem grossen und kleinen Kreislaufe

von

Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. December 1889.)

Nachdem Ludwig und Thiry den Nachweis geführt, dass bei elektrischer Reizung des Halsmarkes, sowie bei Erstickung die Arterien des Rumpfes und der Extremitäten sich verengen, herrschte die Ansicht, dass die Erregung des vasomotorischen Centrums in der Oblongata auf das Lumen aller kleinen Arterien, wenn auch auf die einzelnen Gefässgebiete in verschiedenem Maasse einwirke, wohl ziemlich allgemein vor. Eine Einschränkung erfuhr diese Ansicht zunächst durch die Angabe Heidenhain's und Grützner's, dass die reflectorische Erregung der Vasomotoren nur an den vom Splanchnicus versorgten Gefässen eine Verengerung, an den Haut- und Muskelgefässen dagegen eine Erweiterung bedinge, und Dastre und Morat führten dann weiter aus, dass auch bei der Erstickung sich die Hautgefässe erweitern, während die Gefässe des Splanchnicusgebietes sich verengen. War hiemit schon dem Gedanken Raum gegeben, dass ähnliche Verhältnisse sich auch an anderen Gefässgebieten würden nachweisen lassen, und dass hierin eine Art von regulatorischer Einrichtung zu suchen sei, welche einer allzugrossen Überfüllung des linken Herzens bei Erregung der Vasomotoren vorbeugt, so musste dieser Gedanke eine Bekräftigung erhalten, als ich den Nachweis führte, dass auch die Arterien des centralen Nervensystems sich an der reflectorisch oder durch Dyspnoe oder Hirnanämie bedingten Verengerung der Arterion nicht betheiligen. Für die Dyspnoe behauptet Hürthle für diese Gefässe neuer-

dings sogar, wie Dastre und Morat für die Hautgefässe, eine active Erweiterung, und wenn ich auch gegenüber dieser Angabe gewisse Bedenken hinsichtlich der Versuchsanordnung nicht unterdrücken kann, da die Dyspnoe „bei allen Versuchsthieren durch Zuhalten von Mund und Nase erzeugt wurde",[1] womit eine Reihe von Nebenumständen in den Versuch eingeführt wurde, so erscheint mir dieselbe doch mit Rücksicht auf die Beobachtung von François-Franck, der zufolge die Kopfgefässe bei Reizung der Nasenschleimhaut sich erweitern,[2] als muthmasslich zutreffend.

Jedenfalls geht aus den angeführten Angaben, sowie aus jenen Falkenheim's und Naunyn's,[3] sowie Gaertner's und Wagner's[4] hervor, dass die Arterien des centralen Nervensystems bei der in den angegebenen Weisen erfolgenden Erregung der Vasomotoren sich nicht verengern.

Auf die Wichtigkeit dieser Einrichtung mit Rücksicht auf die bedrohlichen Folgen der Hirnanämie einerseits und der Häufigkeit unmittelbarer und reflectorischer Erregung des Vasomotorencentrums in der Oblongata anderseits, habe ich bei Mittheilung jener Thatsache verwiesen und darauf aufmerksam gemacht, dass darnach das mächtige Unterleibsgefässgebiet gewissermassen als ein Reservoir erscheint, von dem aus der Blutgehalt anderer Gefässgebiete geregelt wird.[5]

Von dieser Erfahrung ausgehend, musste ich mir aber, als ich vor zwei Jahren begann, mich mit den Verhältnissen im kleinen Kreislaufe zu beschäftigen, die Frage vorlegen, wie sich diese bei Erregung des Vasomotorencentrums in der Oblongata, beziehungsweise bei Verengerung der Arterien im Unterleibe

---

1 Beiträge zur Hämodynamik. Dritte Abhandlung. Untersuchungen über die Innervation der Hirngefässe. Pflüger's Archiv, Bd. 44, S. 592.

2 Contribution à l'étude expérimentale des névroses reflexes d'origine nasale. Archives de physiologie norm. et pathol., 1889, S. 552.

3 Über Hirndruck. Archiv für exper. Pathol., Bd. 22, S. 261.

4 Über den Hirnkreislauf. Wiener med. Wochenschrift, 1887, Nr. 19 und 20.

5 Über die Druckschwankungen in der Cerebrospinalflüssigkeit und den Wechsel in der Blutfülle des centralen Nervensystems. Diese Berichte, Bd. 93, III. Abth., Mai 1886, S. 253, 254.

gestalten. Auch bei den Lungen musste eine Betheiligung ihrer Arterien an jener Verengerung an und für sich zu den schwersten Störungen (durch Dyspnoe) führen, worauf schon Waller verwiesen hat, dieselbe musste aber überdies noch durch das damit geschaffene Hinderniss für den Abfluss des Blutes aus dem rechten Herzen die folgenschwersten Rückwirkungen auf die Venen des grossen Kreislaufes ausüben.

Meine von diesen Erwägungen ausgehenden Versuche waren bereits in allem Wesentlichen abgeschlossen, als der Akademie der Wissenschaften in Wien meine Abhandlung über den Blutdruck in der Arteria pulmonalis bei Kaninchen und seine respiratorischen Schwankungen vorgelegt wurde,[1] und die Veröffentlichung derselben verzögerte sich nur aus äusseren Gründen bis jetzt. Die Versuche wurden hauptsächlich an Kaninchen durchgeführt, nebstbei aber an einer Anzahl von Hunden festgestellt, dass die Erscheinungen an diesen Thieren bei reflectorischer und dyspnoischer Vasomotorenreizung, abgesehen von einem später noch hervorzuhebenden Umstande, ebenso ablaufen, wie bei Kaninchen.

Die Verzeichnung der Blutdruckverhältnisse erfolgte in der in meiner oben angeführten Abhandlung angegebenen Weise, und zwar bei Kaninchen unter Erhaltung der Rippenfellsäcke, theils an unvergifteten oder schwach chloralisirten, spontan athmenden Thieren, theils an curarisirten, künstlich ventilirten. Die Erregung der Vasomotoren geschah theils durch Reizung sensibler Nerven, theils durch Dyspnoe, theils durch Verschluss der Hirnarterien. Die Verzeichnung der Kreislaufsverhältnisse erfolgte zumeist durch das Quecksilbermanometer, doch wurde in einer nicht wesentlich kleineren Versuchszahl auch das Hürthle'sche Gummimanometer behufs genauerer Beobachtung der Veränderungen des Herzschlages verwendet. Da in letzterem Falle aber die kleinen Veränderungen im Drucke der Pulmonalis, die in dieser Versuchsreihe zu berücksichtigen waren, sich der Beobachtung entziehen können, so wurden bei Beurtheilung der Blutdruckverhältnisse lediglich die mit dem Quecksilbermanometer angestellten Versuche in Rechnung gezogen.

---

[1] Diese Berichte, Bd. 97, Abth. III, Juli 1888, S. 207.

Seitdem Badoud unter Fick's Leitung den Einfluss des Hirns auf den Lungenkreislauf zu ermitteln suchte, wobei er sich der schon vor ihm von Chauveau und Faivre verwendeten Methode bediente, die Druckverhältnisse in der Pulmonalis aus den Schwankungen des Druckes im rechten Ventrikel zu erschliessen, welche mittels eines in denselben von der Vena jugularis externa sinistra aus eingeführten Rohres verzeichnet werden, seitdem sind von verschiedenen Beobachtern nach verschiedenen Methoden Versuche über die Innervation der Lungengefässe angestellt worden. Wird von den Versuchsergebnissen Badoud's abgesehen, hinsichtlich deren Deutung ich mich im Wesentlichen Th. Openchowski[1] anschliessen muss, so lassen sich als wesentliche gemeinsame Resultate der betreffenden Beobachtungen anführen, dass irgend ein erheblicherer Tonus der Lungenarterien nicht besteht, und dass der Druck im kleinen von dem im grossen Kreislaufe innerhalb weiter Grenzen sich unabhängig erweist. In Bezug auf die Hauptfrage aber, ob bei der Erregung der Vasomotoren des grossen Kreislaufes Zeichen einer activen Veränderung im Lumen der Gefässe des kleinen Kreislaufes zu finden sind, besteht seit einer Reihe von Jahren ein Widerspruch zwischen Lichtheim[2] einer- und Waller[3] und Openchowski (a. a. O.) anderseits, indem ersterer durch den Umstand, dass bei Dyspnoe während Abklemmung der Brustaorta der Druck in der Lungenarterie erheblich steigen kann, während er in der Carotis „nicht unerheblich herabgedrückt wird“ (a. a. O. S. 50), „die Existenz von vasomotorischen Nerven der Lungengefässe für erwiesen“ hält, während Waller aus den vergleichenden Druckmessungen am linken und rechten Vorhofe während der Halsmarkreizung allein, sowie bei Verbindung derselben mit einem Auspressen der Unterleibsvenen den Schluss zieht, dass diese Reizung eine Verengerung der kleinen Lungenarterien nicht bewirke (a. a. O. S. 529 und 532) und Open-

---

[1] Über die Druckverhältnisse im kleinen Kreislaufe. Pflüger's Archiv, Bd. 27, S. 234.

[2] Die Störungen des Lungenkreislaufes und ihr Einfluss auf den Blutdruck. Berlin 1876.

[3] Die Spannung in den Vorhöfen des Herzens während der Reizung des Halsmarkes. Du Bois-Reymond's Archiv, 1878, S. 525.

chowski die bei Reizung der Vasomotoren des grossen Kreislaufes im kleinen Kreislaufe zu beobachtenden Drucksteigerungen nicht auf eine Contraction von Lungengefässen, sondern theils auf den vermehrten Blutzufluss zum rechten Herzen von den Körpervenen her, theils wie bei dem eben angeführten Versuche Lichtheim's auf ein Erlahmen der Thätigkeit des linken Ventrikels und eine dadurch bedingte Stauung des Blutes im linken Vorhofe und in den Lungen bezieht (a. a. O. S. 254, 255).

Eine Zwischenstellung nimmt Hofmokl ein, der es unentschieden lässt, ob es sich bei den bei centrifugaler Ischiadicuserregung eintretenden „kaum merklichen" Drucksteigerungen in der Arteria pulmonalis „nur um eine Fortpflanzung eines Partialdruckes vom grossen auf den kleinen Kreislauf, oder aber um die Wirkung einer selbstständigen Contraction der kleinen Lungenarterien handelt, die für alle Fälle nur sehr unbedeutend sein kann".[1] Aber auch durch die letzten Arbeiten auf diesem Gebiete erscheint jene Frage nicht endgiltig beantwortet.

François-Franck (a. a. O. S. 555) konnte wohl bei Verwendung des sonst gebräuchlichen Verfahrens zur Bestimmung des Druckes in der Arteria pulmonalis eine Betheiligung der Lungengefässe an der durch Reizung der Nasenschleimhaut hervorgerufenen Zusammenziehung der Arterien nicht feststellen, glaubt aber, aus dem Vergleiche „des Rückflusses an der Tricuspidalis, bei einem Thiere, dem man die rechte Auriculo-Ventricularklappe durchschnitten, vor, während und nach der Nasenreizung" für die Fälle mit genügend entwickelter Empfindlichkeit der Nasenschleimhaut eine Betheiligung der Lungengefässe an der Zusammenziehung annehmen zu dürfen, da er in zwei Fällen, bei denen die Nasenschleimhaut entzündet und sehr empfindlich war, einen gesteigerten Rückfluss an der Tricuspidalis feststellen konnte. Gegenüber den sehr aphoristisch gehaltenen Bemerkungen François-Franck's über diesen Punkt ist aber zu betonen, dass nicht ersichtlich ist, inwieweit bei diesem „gesteigerten Rückflusse" etwa die in jenen beiden Fällen gleichzeitig beobachteten „Erscheinungen der Erstickung" betheiligt

---

[1] Untersuchungen über die Blutdruckverhältnisse im grossen und kleinen Kreislaufe. Wiener medicinische Jahrbücher, 1875, S. 316, 317.

waren, namentlich eine Lähmung des linken Herzens in Folge der Erstickung, und dass unter diesen Umständen das negative Ergebniss der anderen Fälle nur umso mehr ins Gewicht fällt.

Bradford und Dean, die in einer anscheinend vorläufigen Mittheilung[1] über eine an Hunden bei gleichzeitiger Verzeichnung der Blutdruckschwankungen in der Carotis und in einem an den linken unteren Lungenlappen herantretenden Zweige der linken Lungenarterie durchgeführten Versuchsreihe die Wirkungen der Dyspnoe, ferner der Reizung des Rückenmarkes, dann eines peripheren Splanchnicus-, sowie eines centralen Ischiadicus- und Vagusstumpfes und endlich der hinteren und vorderen Wurzeln der oberen Dorsalnerven auf den Lungenkreislauf geprüft haben, kommen zu dem Schlusse, dass die Lungengefässe mit vasomotorischen Fasern versehen sind, welche das Rückenmark mit den vorderen Wurzeln der oberen Dorsalnerven verlassen. Dieser Schluss wird aus folgenden Versuchsergebnissen abgeleitet:

1. Compression der Aorta thoracica ruft nur bei einer 10 Secunden überschreitenden Dauer eine geringe Steigerung des Druckes in der Arteria pulmonalis hervor, und zwar in einem angeführten Falle um 3 *mm* Hg.

2. Ebenso ruft die Reizung des peripheren Splanchnicus- oder Rückenmark- oder centralen Ischiadicusstumpfes nur geringe Drucksteigerungen in der Pulmonalis hervor, die etwa ein Einundzwanzigstel bis ein Achtzehntel der gleichzeitig in der Aorta sich vollziehenden Druckerhöhungen betragen.

3. Bei Reizung des centralen Vagusstumpfes, der „hinteren Fläche des Rückenmarkes", des centralen Stumpfes einer hinteren Wurzel, der „oberen Nerven" und des „oberen Theiles" der in der Höhe des siebenten Dorsalnerven vom Rückenmarke abgetrennten Medulla oblongata ist die in der Pulmonalis zu beobachtende Drucksteigerung wohl nicht absolut, aber im Verhältnisse zu jener in der Aorta beträchtlicher, indem sie ein Zehntel bis ein Achtel der letzteren beträgt.

4. Bei Asphyxie steigt der Druck in der Aorta und Pulmonalis beträchtlich, die Drucksteigerung in letzterem Gefässe hält

---

[1] The innervation of the pulmonary vessels. Proceedings of the royal society. Vol. XLV, N° 277, p. 369. Überreicht am 13. Februar 1889.

aber länger an, „so dass, während der Aortendruck jäh absinkt, der Pulmonalisdruck auf seinem höchsten Punkte sein kann“ (a. a. O. S. 376).

5. Auch die Reizung der vorderen Wurzeln der oberen Dorsalnerven ruft nur eine geringe Erhöhung des Druckes in der Pulmonalis hervor, etwa um 3—4 *mm* Hg, der Druck in der Aorta erhöht sich aber dabei gleichzeitig entweder nur mässig, um 10—40 *mm* Hg, oder wohl auch gar nicht. „Wenn wir vom siebenten zum zweiten Nerven übergehen, vermindert sich das Ergebniss ihrer Reizung auf den Druck in der Aorta, wenn wir von unten nach aufwärts gehen, und die oberen Nerven können sogar ein Sinken des Druckes im grossen Kreislaufe bedingen. Anderseits scheint die Wirkung auf den Druck in der Pulmonalis zu wachsen, wenn wir von unten herauf gehen. Daraus können wir schliessen, dass die vasoconstrictorischen Fasern für die Lunge das Rückenmark mit den Wurzeln des zweiten bis siebenten Dorsalnerven verlassen“ (a. a. O. S. 375).

„Natürlich wird die Einwendung gemacht werden, dass die Wirkungen gering sind, und unzweifelhaft sind sie dies, aber wenn wir in Betracht ziehen, dass ungeheure Veränderungen im Aortendrucke so ausserordentlich geringe Wirkungen hervorrufen, so ist es klar, dass, gering wie diese Wirkungen sind, sie schliesslich doch zeigen, dass sie von der Zusammenziehung der Lungengefässe abhängig sind und nicht von einer passiven Wirkung von den leichten Steigerungen im Aortendrucke“ (a. a. O. S. 376).

Nun ist wohl ein abschliessendes Urtheil über die Behauptungen von Bradford und Dean auf Grund ihrer vorliegenden Mittheilung, welche weder hinsichtlich der Zahl noch des Ablaufes der einzelnen Versuche und insbesondere hinsichtlich der etwaigen gleichzeitigen Veränderungen des Herzschlages etwas erkennen lässt, nicht möglich, doch muss ich jetzt schon gegenüber ihrer Schlussfolgerung folgende Bedenken geltend machen.

Es scheint mir nicht statthaft, eine Verhältnisszahl zwischen der Erhöhung des Aortendruckes und der durch Rückstauung vom linken Herzen her bedingten Drucksteigerung in der Pulmonalis aufzustellen, da letztere wesentlich von dem Zeitraume, während welchem der Aortendruck erhöht war, und der augenblicklichen Leistungsfähigkeit des Herzens abhängt, so dass einerseits bei

leistungsunfähigem Herzen selbst eine geringe Erhöhung der Widerstände im grossen Kreislaufe zu einer merkbaren Rückstauung von Blut in den kleinen Kreislauf Anlass geben kann, während anderseits selbst eine sehr grosse Steigerung des Aortendruckes, namentlich wenn sie nur kurz dauert, bei leistungsfähigem Herzen ohne jede Erhöhung des Druckes in der Pulmonalis ablaufen kann. Die Reizung der oberen Dorsalnerven aber vermag durch die Erregung von Accelerans-Fasern, welche das Rückenmark mit den sechs oberen Dorsalnerven verlassen und durch die Rami communicantes derselben zum Brusttheile des Grenzstranges ziehen, den Herzschlag und damit den Druck in der Pulmonalis zu beeinflussen, und so lange nicht mindestens eine Interferenz der Beschleunigung des Herzschlages bei diesen Versuchen von Bradford und Dean auszuschliessen ist, kann denselben meines Erachtens eine Beweiskraft im Sinne jener Autoren nicht zugestanden werden. Bradford und Dean haben dies wohl selbst gefühlt, da sie sich, wie sie angeben, bemühten, „die Lungennerven von den Herznerven in den Zweigen des Ganglion stellatum und in dem Annulus Vieussenii zu sondern“, aber sie „waren noch nicht im Stande, die vasomotorischen Lungenfasern von den Acceleratorfasern zu sondern“ (a. a. O. S. 375 und 376).

So scheint mir schon die nähere Würdigung der von früheren Beobachtern angeführten Versuchsergebnisse dazu angethan, die Betheiligung der Lungenarterien an der durch Reizung des Vasomotorencentrums in der Oblongata erzeugten Gefässverengerung auszuschliessen. Mit Rücksicht auf die erhobenen Zweifel und Widersprüche aber dürfte die Mittheilung der Ergebnisse einer grossen, zumeist an einem anderen Versuchsthiere als dem von fast allen angeführten Beobachtern benützten Hunde durchgeführten Versuchsreihe umsoweniger als überflüssig erscheinen, als diese Ergebnisse geeignet sein dürften, so manche der Zweifel und Widersprüche zu beseitigen.

I. Die Lungengefässe betheiligen sich an dem zu periodischen Blutdruckschwankungen im grossen Kreislaufe führenden rhythmischen Wechsel des Arterientonus nicht.

Die ersten diesbezüglichen Mittheilungen rühren von Hofmokl her, der (a. a. O. S. 316) angibt, dass die beim Aussetzen der künstlichen Athmung auftretenden wellenförmigen Druckschwankungen im grossen Kreislaufe nur mit kaum merklichen Wellen im kleinen Kreislaufe einhergehen. Lichtheim aber (a. a. O. S. 30) berichtet: „Wenn im Laufe lange Zeit hindurch fortgesetzter Versuche der Carotidendruck stark absank“ und „wie dies unter ähnlichen Verhältnissen häufig eintritt, der Arteriendruck sehr langsame rhythmische Auf- und Niederschwankungen mit Druckdifferenzen von 60 *mm* und mehr macht (Traube'sche Wellen), so ist beim Lungenarteriendrucke nichts davon zu sehen“.

Ich selbst beobachtete in der Regel weder bei den spontan an künstlich ventilirten oder natürlich athmenden Thieren auftretenden, noch bei den bei Reizung der Vasomotoren sich einstellenden periodischen Blutdruckschwankungen im grossen Kreislaufe analoge Erscheinungen im kleinen Kreislaufe (Taf. II, Fig. 3; Taf. III, Fig. 3; Taf. IV, Fig. 7; Taf. V, Fig. 1, 3). Eine Ausnahme machten die nicht durch Veränderung in der Lichtung der Gefässe bedingten wellenförmigen Blutdruckschwankungen durch Interferenz der durch die Blasungen und durch den Herzschlag bedingten Veränderungen des Blutdruckes, deren Ausprägung in der Pulmonalis ich bereits in der Abhandlung über die respiratorischen Blutdruckschwankungen in der Arteria pulmonalis (a. a. O. S. 219) beschrieben habe, dann die äusserst seltenen, mit einem periodischen Wechsel in der Frequenz des Herzschlages einhergehenden grossen wellenförmigen Blutdruckschwankungen, bei denen der Wechsel der Frequenz zu leichten Schwankungen des Blutdruckes in der Arteria pulmonalis führte (Taf. II, Fig. 6, 7), die aber durchaus nicht in Parallele mit den gleichzeitigen hauptsächlich durch Veränderungen im Tonus der Arterien bedingten Wellen im grossen Kreislaufe zu bringen waren, und endlich ein Fall, in welchem die Hirnanämie zu einer anhaltenden, ausserordentlich hohen Steigerung des Druckes in

der Carotis mit wellenförmigen Schwankungen desselben geführt hatte (Taf. V, Fig. 5). Die Quelle der analogen Wellen auf der Pulmonaliscurve in letzterem Falle war aber schon dadurch angedeutet, dass diese der Carotis gegenüber etwas verspätet eintraten, die Wellen auf beiden Curven gegen einander etwas verschoben waren. Es ergab sich denn auch, dass während einer durch Compression der Aorta jenseits des Abganges der Subclavia sinistra herbeigeführten Drucksteigerung in der Carotis schon der durch Verschluss der Arteria anonyma herbeigeführte mässige Druckzuwachs in der Carotis (Taf. IV, Fig. 6) und ebenso die mässige, durch Aortencompression während Hirnanämie bedingte Drucksteigerung im grossen Kreislaufe (Taf. III, Fig. 1) regelmässig ein Ansteigen des Druckes in der Arteria pulmonalis hervorruft, dass also in der bei hohem Drucke im linken Herzen selbst bei geringen Druckzuwächsen auftretenden Rückstauung von Blut gegen das rechte Herz die Ursache für jene Ausnahme zu suchen sei.

II. Die Lungengefässe betheiligen sich an der auf reflectorischem Wege herbeigeführten Verengerung der Arterien des grossen Kreislaufes nicht.

Die erste Mittheilung über diesen Gegenstand rührt von Hofmokl her, der (a. a. O. S. 317) angibt, dass bei Reizung des Ischiadicus im grossen Kreislaufe eine Drucksteigerung von nahe 90 *mm* Quecksilber zu Stande kommen kann, während im kleinen Kreislaufe die Druckzunahme kaum merklich ist, womit die diesbezüglichen Angaben von Lichtheim (a. a. O. S. 37) in Übereinstimmung stehen.

Ich selbst beobachtete in 18 Einzelversuchen an Kaninchen bei chemischer Reizung der Nasenschleimhaut oder mechanischer Reizung der Haut, sowie bei centripetaler elektrischer Erregung sensibler Nerven an curarisirten Thieren selbst bei Drucksteigerungen in der Carotis bis zu 156 *mm* Hg, abgesehen von einem Falle, niemals eine erheblichere Druckerhöhung in der Pulmonalis (Taf. III, Fig. 8; Taf. IV, Fig. 10; Taf. V, Fig. 9), wenn nicht eine Beschleunigung des Herzschlages interferirte, die bei sensibler Reizung bei Kaninchen, deren Vagustonus durch Dyspnoe erhöht ist, allerdings nicht selten eintritt (Taf. I, Fig. 4; Taf. IV,

Fig. 11; Taf. V, Fig. 8). In der Regel war während des Ansteigens des Druckes in der Carotis eine geringe Senkung des Druckes in der Pulmonalis zu beobachten, die in den Fällen, wo nicht ein Seltenerwerden des Herzschlages interferirte, bald wieder der ursprünglichen Druckhöhe oder einer 2—3 *mm* Hg betragenden Steigerung über diese hinaus wich. Wodurch jene geringe Drucksenkung bedingt war, muss ich zunächst unentschieden lassen. Betonen muss ich aber, dass zum Erlangen des angeführten Ergebnisses vollständige Curarisirung der Versuchsthiere nothwendig ist, da das Eingreifen einer reflectorisch ausgelösten Innervation exspiratorisch wirkender Muskeln begreiflicherweise an und für sich eine erheblichere Drucksteigerung in der Pulmonalis herbeiführen kann. In dem angeführten Ausnahmsfalle aber handelte es sich um eine aussergewöhnlich lange Dauer einer (durch Einblasen von Tabakrauch in die Nase) im grossen Kreislaufe erzeugten reflectorischen Drucksteigerung, während welcher, und zwar erst nach längerem Bestande jener Drucksteigerung, ein nicht unerhebliches Anwachsen des Pulmonalisdruckes eintrat, das als ein Analogon der später zu besprechenden, durch Erlahmen des linken Vorhofes bedingten Drucksteigerungen in der Pulmonalis bei Hirnanämie zu betrachten ist. So liefert dieser Ausnahmsfall geradezu einen Anhaltspunkt dafür, dass wir in der gewöhnlich nur kurzen Dauer der reflectorischen Drucksteigerungen im grossen Kreislaufe die Ursache dafür zu suchen haben, dass diese nur ausnahmsweise eine erheblichere Rückstauung vom linken zum rechten Herzen hin bedingen.

III. Dyspnoe führt nicht zu einer Verengerung der Lungengefässe.

Hinsichtlich dieses Punktes führt Lichtheim (a. a. O. S. 44) an: „Unmittelbar nach Beginn der Athemsuspension sank in der Pulmonalarterie der Druck um 1—2 *mm*, und während er sich auf diesen niedrigen Werthen befand, hatte der Carotidendruck bereits einen sehr hohen Stand erreicht. Analog diesem Verhalten steigt der Pulmonalarteriendruck noch eine geraume Zeit hindurch an, während der Druck in der Carotis bereits im Sinken begriffen ist“. Openchowski, der die Druckschwankungen im grossen und kleinen Kreislaufe gleichzeitig verzeichnete,

wozu Lichtheim die Vorrichtungen fehlten, vervollständigte diese Angaben dahin, dass eine deutliche und regelmässig auftretende Erhöhung des Druckes in der Arteria pulmonalis beim Aussetzen der künstlichen Lüftung erst mit dem Zeitpunkte des Absinkens des Druckes im grossen Kreislaufe von dem erreichten Maximum eintritt, dass bei weiter anwachsender Dyspnoe dann der Druck auch in der Pulmonalis sinkt, bei Wiederaufnahme der Athmung aber in der Regel sofort absinkt und nur mitunter eine Erhöhung um wenige Millimeter erfährt (a. a. O. S. 238).

Ich selbst habe die Wirkungen der Dyspnoe auf den kleinen Kreislauf in 56 mit dem Quecksilbermanometer an Kaninchen angestellten Einzelversuchen und ausserdem noch in einer grossen, mit dem Gummimanometer durchgeführten Versuchsreihe beobachtet, wobei in Folge wechselnder Versuchsbedingungen die Erscheinungen im grossen Kreislaufe sehr verschieden ausfielen, und habe bei curarisirten Thieren nur in einem Falle bei dem Ansteigen des Druckes in der Carotis während des Aussetzens der künstlichen Lüftung ein ausgesprochenes Ansteigen des Druckes in der Pulmonalis beobachten können.

Bei spontan athmenden Thieren, bei denen ich theils bei gleichzeitiger Durchschneidung beider Halsvagi (Taf. I, Fig. 3), theils bei Athemstillständen in Folge von Reizung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom[1] (Taf. I, Fig. 2), theils bei sogenannter Vagus-Apnoe[2] (Taf. V, Fig. 6), also unter Umständen, wo nicht etwa die Curarewirkung eine Einwirkung der Dyspnoe auf Lungengefässnerven verdecken konnte, zuweilen sehr erhebliche dyspnoische Steigerung des Druckes im grossen Kreislaufe beobachtete, blieb der Druck im kleinen Kreislaufe dabei entweder ganz unverändert oder er erlitt nur ganz geringfügige Veränderungen, die sich stets ungezwungen aus den gleichzeitigen Veränderungen in der Innervation der Athmungsmuskeln erklären liessen. Beim Ansteigen des Carotisdruckes in Folge des allmäligen Erlöschens der spontanen Athembewegungen nach Curarevergiftung konnte sogar in der Regel ein Rückgang der unmittelbar nach der Curarisirung bei gleichzeitiger Drucksenkung in der

[1] Ph. Knoll, Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation. Erste Mittheilung. Diese Berichte, Bd. 85, III. Abth., S. 282.

[2] Derselbe. Dasselbe. Dritte Mittheilung. Ebenda, Bd. 86, S. 101.

Carotis aufgetretenen Druckerhöhung in der Pulmonalis zur Norm beobachtet werden (Taf. IV, Fig. 1).

Dyspnoe in Folge des Aussetzens der künstlichen Lüftung bei curarisirten Thieren führte selbst bei Drucksteigerungen im grossen Kreislaufe bis zu 120 *mm* Hg während jener Steigerung in der Regel keine Erhöhung des Druckes in der Pulmonalis herbei (Taf. II, Fig. 1; Taf. III, Fig. 2, 4, 7, 9, 10; Taf. IV, Fig. 9; Taf. V, Fig. 1, 3). Meist konnte dabei eine leichte Drucksenkung in der Pulmonalis beobachtet werden, oft blieb der Druck in diesem Gefässe ganz unverändert, und nur in einem Falle, in welchem es während des Aussetzens der künstlichen Lüftung zu einer beträchtlichen Beschleunigung des früher verlangsamten Herzschlages kam, erhob sich der Druck in der Pulmonalis während des Ansteigens desselben in der Carotis merkbar über den früheren Stand. Selbst die ausgesprochensten Traube-Hering'schen Wellen an der von der Carotis aus aufgenommenen Curve prägten sich an der Pulmonalis nicht oder kaum merklich aus (Taf. V, Fig. 1, 3), und wenn es, bei erhaltenen Vagis, während steigenden Druckes in der Carotis zu einer Verlangsamung des Herzschlages kam, so führte diese in der Pulmonalis stets zu einer ausgesprochenen Drucksenkung (Taf. III, IV, Fig. 9). Ein deutliches Ansteigen des Druckes beobachtete ich dagegen in vielen Fällen zu Beginn des Absinkens des Carotisdruckes während der Dyspnoe (Taf. II, Fig. 1; Taf. III, Fig. 2, 7) und steiler und deutlicher noch bei Wiederaufnahme der künstlichen Lüftung (Taf. II, Fig. 1; Taf. III, Fig. 2; Taf. IV, Fig. 1). Doch war unter beiden Bedingungen die Zahl der Fälle, in denen keine wesentliche Druckveränderung erfolgte, nicht klein.

Wurde Dyspnoe bei Lähmung der Vasoconstrictoren für den grossen Kreislauf erzeugt, so war im kleinen Kreislaufe gewöhnlich nur ein allmäliges, später als in der Carotis auftretendes Absinken des Druckes, in einem Falle aber bei sinkendem Carotisdrucke ein unter Vergrösserung der Pulswellen sich vollziehendes leichtes Ansteigen desselben zu beobachten.

Nach diesen Beobachtungen ist eine Verengerung der Lungengefässe bei Dyspnoe beim Kaninchen auszuschliessen, da selbst der Ausnahmsfall, in welchem während des Ansteigens des Druckes in der Carotis bei einem curarisirten Versuchsthier auch der Druck

in der Pulmonalis wuchs, seine Erklärung in der veränderten Herzthätigkeit findet. Auch das oft zu beobachtende Ansteigen des Druckes in der Pulmonalis bei sinkendem Carotisdrucke während der Dyspnoe findet seine Erklärung, wie schon Openchowski (a. a. O. S. 250) hervorhob, in der veränderten Herzthätigkeit, indem die gleichzeitige Beobachtung des zwischen den erhaltenen Rippenfellsäcken wie in einer Nische bloss liegenden Herzens lehrt, dass der linke Vorhof hiebei stark anschwillt und sich immer schwächer und schwächer zusammenzieht und im Anschlusse hieran auch ein Anschwellen des rechten Herzens statthat, Erscheinungen, die sich aus den bekannten Beobachtungen Waller's über die Folgen der Vasoconstrictorenreizung für das Herz und dem von S. Mayer hervorgehobenen Umstande, „dass der Einfluss der localen Erstickung des Herzens sich etwas früher an der linken, als an der rechten Herzhälfte geltend macht“,[1] ausreichend erklären lassen. Das zuweilen nicht unbeträchtliche Ansteigen des Druckes in der Pulmonalis bei Wiederaufnahme der künstlichen Lüftung, das übrigens, wie ich nochmals betonen muss, eine keineswegs regelmässige Erscheinung ist, dürfte wohl vorwaltend durch die mechanischen Einflüsse der künstlichen Athmung bedingt sein, dagegen ist es mir zweifelhaft, ob durch diese Einflüsse auch das oft zu beobachtende Sinken des Druckes in der Pulmonalis nach dem Aussetzen der künstlichen Athmung zu erklären ist, wie Lichtheim und Openchowski annehmen, da diese Drucksenkung in einzelnen meiner Beobachtungen zu lange anhielt; ich muss vielmehr zunächst auch hier die Frage offen lassen, wodurch jene Drucksenkung herbeigeführt wird.

IV. Hirnanämie bedingt keine Verengerung der Lungengefässe.

Die sehr zahlreichen, in der bekannten Weise durch zeitweiligen Verschluss der Hirnarterien mittels Klemmpincetten ausschliesslich an Kaninchen von mir angestellten Versuche führten in den einzelnen Fällen zu etwas wechselnden Ergebnissen.

Unter den 47 bei Verwendung von Quecksilbermanometern an beiden Arterien angestellten Versuchen, an die sich etwa

[1] Über ein Gesetz der Erregung terminaler Nervensubstanzen. Diese Ber., Bd. 81, III. Abth., März-Heft 1880, S. 133.

ebenso viele mit dem Gummimanometer ausgeführte anreihen, befanden sich 35, in denen während des Verschlusses der Hirnarterien der Blutdruck in der Pulmonalis mehr oder minder erheblich, in einem Falle sogar um 50 *mm* Hg über die vorherige Höhe, d. i. auf nahezu das Dreifache stieg (Taf. I, Fig. 5, 6; Taf. II, Fig. 2; Taf. III, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 4), während in den übrigen 12 Fällen höchstens ein leichtes, wenige Millimeter betragendes, im Verlaufe des Versuches nahezu oder ganz sich ausgleichendes Absinken des Druckes in der Pulmonalis zu bemerken war (Taf. II, Fig. 3, 4; Taf. III, Fig. 5; Taf. V, Fig. 7).

Innerhalb der ersten Gruppe von Fällen ging der Drucksteigerung in der Pulmonalis zwölfmal eine leichte Senkung des Druckes voraus, die, wie in der zweiten Gruppe, in den Fällen, wo die Pulswellen in diesem Gefässe nicht durch die Athemschwankungen auf den Curven verwischt erschienen, stets mit einer kenntlichen Verkleinerung der Pulswellen einherschritt. Die Drucksteigerung vollzog sich meist in Form einer ausgeprägt wellenförmigen Schwankung, hob immer erst nach dem ersten jähen Ansteigen des Druckes im grossen Kreislaufe an, und zwar in 22 von den 35 Fällen immer erst, wenn auf der Carotiscurve ein leichtes Sinken des Druckes oder eine Unregelmässigkeit des Herzschlages markirt war, während es sich in zwei Fällen, wo diese Erscheinungen auf der Carotiscurve fehlten, nur um eine geringfügige, allmälig sich vollziehende Steigerung des Druckes in der Pulmonalis handelte, und in den übrigen Fällen an der entscheidenden Stelle der Carotiscurve die Pulswellen durch die Athemschwankungen des Blutdruckes verwischt waren. In 12 Fällen hielt die Drucksteigerung in der Pulmonalis bis zur Beseitigung des Verschlusses der Hirnarterien auf dem erreichten Maximum an, in 16 der übrigen Fälle ging der Druck in dieser Arterie noch während des Eingriffes auf, in 2 Fällen unter den vorherigen Stand zurück und in 5 Fällen verharrte er auch nach dem Absinken noch bis zum Schlusse des Eingriffes auf einem etwas höheren als dem ursprünglichen Stande. Bei Beseitigung des Verschlusses der Hirnarterien erfuhr der Druck in der Pulmonalis in zwei Fällen zuerst eine leichte Senkung und stieg dann auf oder etwas über den ursprünglichen Stand; in vier Fällen stieg der Druck in der Pulmonalis, bei gleichzeitigem

Absinken des Druckes in der Carotis unter den ursprünglichen Stand, nicht unwesentlich über die ursprüngliche Höhe an, und in den übrigen Fällen kehrte er nach Beseitigung des Arterienverschlusses lediglich wieder auf das vorherige Niveau zurück.

In den 12 Fällen, in denen es während des Hirnarterienverschlusses lediglich zu einer Drucksenkung in der Arteria pulmonalis kam, trat dieselbe in der Regel gleich zu Beginn des Ansteigens des Druckes im grossen Kreislaufe unter gleichzeitig zunehmender Verkleinerung der Pulswellen rasch bis zum tiefsten Stande fortschreitend, auf. Nur in einem Falle kam es erst im Verlaufe des Eingriffes hiezu, bei gleichzeitiger plötzlicher Verkleinerung der Pulswellen und Drucksenkung im grossen und kleinen Kreislaufe (Taf. III, Fig. 5). In den übrigen Fällen war aus den in der Carotiscurve sich abspiegelnden Druckverhältnissen im grossen Kreislaufe ein Grund für das Ausbleiben der in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle bei Verschluss der Hirnarterien eingetretenen Drucksteigerung in der Arteria pulmonalis nicht zu entnehmen.

Was nun die in so vielen Fällen als einzige oder wenigstens erste Erscheinung bei Verschluss der Hirnarterien auftretende Drucksenkung in der Arteria pulmonalis betrifft, so muss dieselbe wohl mit der gleichzeitig bemerkbaren Abnahme des Pulsvolumens im kleinen Kreislaufe in Beziehung gebracht werden, die ihrerseits wieder in einem durch Verengerung der Kranzarterien des Herzens bewirkten Sinken der Energie des rechten Ventrikels oder in einer verminderten Füllung desselben bedingt sein kann. Die erstere Annahme ist durch die bekannten Untersuchungen v. Bezold's,[1] die ergaben, dass beim Kaninchen der Verschluss der Kranzgefässe des Herzens zuerst und vorwaltend die Energie des linken Herzens herabsetzt, was ich auf Grund eigener Versuche bestätigen muss, von vornherein unwahrscheinlich gemacht. Die unmittelbare Betrachtung lehrt denn auch, dass das rechte Herz bei Verschluss der Hirnarterien zunächst nicht anschwillt, wie dies bei einem Sinken seiner Energie der Fall sein müsste und bei Abklemmung der Arteria coronaria sinistra am linken

[1] Von den Veränderungen des Herzschlages nach Verschliessung der Coronararterien. Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium in Würzburg. Leipzig 1867, S. 256.

Ventrikel unter gleichzeitigem Erblassen desselben auch wahrzunehmen ist, dass der rechte Vorhof vielmehr eine allmälig zunehmende Verkleinerung erfährt, die bis zum deutlichen Hervortreten der von Waller (a. a. O. S. 523) als Folge der Halsmarkreizung beschriebenen Anschwellung des linken Vorhofes anhält.

Diese Volumsabnahme hat aber nichts Befremdliches, wenn man in Betracht zieht, dass in Folge der durch die Hirnanämie bedingten Verengerung der meisten kleinen Arterien des Rumpfes und der Extremitäten, namentlich jener der Unterleibseingeweide, das Blut in den grösseren Arterien sowie den an der Verengerung sich nicht betheiligenden arteriellen Gefässbezirken des grossen Kreislaufes und im linken Herzen stauen muss, während die Vermehrung der Widerstände für den Abfluss des Blutes aus den meisten Arterien des grossen Kreislaufes in die Capillaren an und für sich eine verminderte Füllung der Venen des grossen Kreislaufes und des rechten Herzens nach sich ziehen muss. Wohl interferirt hiebei der Umstand, dass aus den nicht verengerten Bezirken der Arterien des grossen Kreislaufes das Blut unter höherem Drucke und darum beschleunigt den betreffenden Venen und dem rechten Herzen zuströmt, was Slavjanski eingehend dargethan hat.[1] Dass dieser Umstand aber die durch die Arterienverengerung der Unterleibseingeweide geschaffenen Hindernisse für die Blutzufuhr zu den Venen, zu denen hier noch der Verschluss der Hirnarterien hinzutritt, nicht zu compensiren vermag, ist schon aus dem Steigen des Druckes in den grossen Arterien und dem linken Herzen zu erschliessen, und wird durch die unmittelbare Betrachtung des Herzens erhärtet, welche eine Volumsabnahme des rechten Vorhofes ergibt. Mit letzterer Angabe scheint allerdings die Bemerkung Waller's (a. a. O. S. 531) in Widerspruch zu stehen, dass während der Tetanisirung des Rückenmarkes sich zunächst der Umfang des rechten Vorhofes vergrössert; allein einerseits geht aus der weiteren Bemerkung, dass gleichzeitig auf der linken Seite des Herzens sich der früher beschriebene Zustand (mächtiges Anschwellen des Vorhofes) herausbildet, hervor, dass jenes zunächst sich nicht auf den

[1] Über die Abhängigkeit der mittleren Strömung des Blutes von dem Erregungsgrade der sympathischen Gefässnerven. Berichte d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Math.-Phys. Classe 1873, S. 665.

Beginn der Halsmarkreizung bezieht und dass bei jener Vergrösserung des Umfanges des rechten Vorhofes eine Rückstauung vom linken Herzen her eingreift, anderseits ist aber auch in Betracht zu ziehen, dass bei den Versuchen Waller's in Folge der Halsmarkdurchschneidung die Unterleibsgefässe überfüllt und das rechte Herz leer waren und dass die Verengerung der vorher erschlafften Unterleibsarterien in Folge der Halsmarkreizung daher zunächst verhältnissmässig grosse Mengen von im Unterleibe angestautem Blut gegen das rechte Herz zu verdrängen musste.

Die Verkleinerung der Pulswellen aber, die sich während des Absinkens des Druckes an der Arteria pulmonalis ausgeprägt, spricht ebenso entschieden dagegen, dass jene Drucksenkung durch eine Erschlaffung der Lungenarterien bedingt ist, wie die Drucksenkung selbst gegen eine Verengerung dieser Gefässe spricht, man müsste denn annehmen, dass die Verminderung der Blutzufuhr zum rechten Herzen so gross ist, dass trotz der Verminderung der Widerstände in der Pulmonalis die Pulswellen kleiner werden müssten, beziehungsweise trotz der Steigerung der Widerstände der Druck in diesem Gefässe sinken müsste, eine Annahme, die sich jedoch mit der bei einer gewissen Dauer des Eingriffes zu beobachtenden Anschwellung zuerst des linken und dann des rechten Vorhofes nicht verträgt.

Aber auch die in der Pulmonalis später auftretende Steigerung des Druckes ist nicht auf eine durch Vasomotorenreizung bedingte Verengerung der Lungengefässe zu beziehen. Es spricht dagegen schon der Umstand, dass sie später auftritt und zumeist auch früher abläuft als die Zeichen der Vasomotorenreizung im grossen Kreislaufe, und wenn man in Betracht zieht, dass dieselbe, wie früher angeführt wurde, fast regelmässig zugleich mit den Zeichen eines gewissen Erlahmens des linken Herzens eintritt, so wird man von vornherein vermuthen müssen, dass sie Folge einer durch die Steigerung der Widerstände im grossen Kreislaufe bei sinkender Herzthätigkeit herbeigeführten unvollständigen Entleerung des linken Herzens und dadurch bedingten Rückstauung von Blut gegen das rechte Herz ist. Und die unmittelbare Betrachtung des Herzens bestätigt diese Vermuthung, da dem während der Hirnanämie auftretenden Anschwellen des rechten Ventrikels und Vorhofes, das, wie man

sich bei gleichzeitiger Verzeichnung des Blutdruckes zu überzeugen vermag, mit dem Beginne der Drucksteigerung in der Arteria pulmonalis zusammenfällt, stets ein Anschwellen des linken Ventrikels, sowie ein beträchtliches Anschwellen des linken Vorhofes vorhergeht.

Dass aber dann häufig der Druck in diesem Gefässe wieder absinkt, ehe noch der Verschluss der Hirnarterien beseitigt ist, erklärt sich daraus, dass der rechte Vorhof, wie die unmittelbare Betrachtung des Herzens lehrt, ebenso wie der linke bei einem gewissen Grade der durch die Rückstauung vom linken Herzen her bewirkten Ausdehnung immer schwächer und schwächer schlägt und zuletzt wohl auch seine Zusammenziehungen anscheinend ganz einstellt. Es tritt denn auch das Wiederabsinken des Druckes in der Pulmonalis, wie oben schon hervorgehoben wurde, fast regelmässig mit einer analogen Erscheinung an der Carotis gepaart auf. Doch muss betont werden, dass das Sinken des Druckes in der Carotis gewöhnlich weit geringfügiger ist als in der Pulmonalis und selbst ganz fehlen kann, was es wahrscheinlich macht, dass der rechte Vorhof in Folge der Ausdehnung rascher und beträchtlicher erlahmt als der weit früher anschwellende linke Vorhof. Dass aber trotz des Erlahmens der beiden Vorhöfe und trotzdem an ihnen oft keine Spur von Contraction mehr zu sehen ist, noch ausgeprägte Pulswellen an beiden Arterien verzeichnet werden, beruht darauf, dass an beiden Ventrikeln zunächst noch kräftige Systolen und Diastolen sich vollziehen. Der Umstand aber, dass, da die Saugkraft der letzteren nach den bekannten Untersuchungen von Goltz und Gaule am rechten Ventrikel eine weit geringere ist als am linken, dürfte mit dabei im Spiele sein, dass das Sinken des Druckes in Folge des Erlahmens der Vorhöfe im kleinen Kreislaufe zunächst weit ausgeprägter ist als im grossen Kreislaufe.

Die Vorgänge bei der Vasomotorenreizung durch Hirnanämie lassen sich daher folgendermassen zusammenfassen:

Die Verengerung von Arterien im grossen Kreislaufe bedingt Anschwellung des linken Herzens bei wachsendem und Abschwellen des rechten Herzens bei sinkendem Drucke in den betreffenden Gefässsystemen. An- und Abschwellen ist an den Vorhöfen am deutlichsten wahrnehmbar. Nun treten ausgeprägt

insufficiente Contractionen am linken Vorhofe bei mässiger Druckabnahme im grossen Kreislaufe auf, während das rechte Herz in Folge der Rückstauung vom linken Vorhofe her mehr und mehr anschwillt und der Druck im kleinen Kreislaufe zunimmt. An beiden Vorhöfen kommt es aber bei einem gewissen Grade der Dehnung zum Stillstande, womit ein rasches und beträchtliches Absinken des Druckes im kleinen Kreislaufe und ein geringeres Sinken des Druckes im grossen Kreislaufe verbunden ist.

Der Wechsel der Erscheinungen, der sich bei den einzelnen Versuchen an den Blutdruckcurven kundgibt, lässt sich aber wohl zur Genüge aus dem wechselnden Grade und der wechselnden Dauer der Verengerung der Gefässe im grossen Kreislaufe und der wechselnden Leistungsfähigkeit des Herzens, beziehungsweise seiner einzelnen Abschnitte erklären. Letztere spricht sich auch in dem Auftreten oder Fehlen, in der stärkeren oder schwächeren Ausprägung von Unregelmässigkeiten des Herzschlages in den einzelnen Versuchen aus.

Findet demnach die ganze, bei Hirnanämie an der Arteria pulmonalis zu beobachtende Erscheinungsreihe aus der verminderten Blutzufuhr zum rechten Herzen und der späteren Rückstauung von Blut vom linken Herzen her eine vollständig befriedigende Erklärung, so habe ich doch nicht versäumt, mir durch einen, zur Einschränkung des arteriellen Stromgebietes im grossen Kreislaufe ohne Erregung der Vasomotoren führenden Eingriff Sicherheit darüber zu verschaffen, dass unter diesen Umständen ganz analoge Erscheinungen in der Arteria pulmonalis auftreten, wie bei Hirnanämie. Dieser Eingriff ist der zeitweise Verschluss der Aorta jenseits des Abganges der Subclavia sinistra.

Auch hiebei kommt es nicht selten zunächst zu einem Absinken des Druckes in der Arteria pulmonalis; im weiteren Verlaufe des Versuches entwickelt sich dann zumeist eine Drucksteigerung in diesem Gefässe, die entweder bis zum Schlusse des Eingriffes anhält, oder noch vorher gleichzeitig mit einem leichten Absinken des Druckes in der Carotis einer Senkung auf oder unter den vorherigen Stand weicht (Taf. III, Fig. 6; Taf. V, Fig. 4). Auch hiebei interferirt oft unregelmässiger oder flatternder Herzschlag, ja selbst dauernde Drucksenkung in

der Pulmonalis bei Verkleinerung der Pulswellen kann zur Beobachtung kommen (Taf. IV, Fig. 3). Und die unmittelbare Betrachtung des Herzens lehrt, dass auch hier zunächst ein Abschwellen des rechten und Anschwellen des linken Vorhofes auftritt, doch tritt das erstere früher auf und ist stärker ausgeprägt, und das letztere entwickelt sich rascher und mächtiger als bei Hirnanämie; auch hier folgt dem Anschwellen des linken bald ein solches des rechten Vorhofes, dem Stillstande des ersteren der des letzteren. Kurz, die Übereinstimmung der Erscheinungen bei Hirnanämie und Aortencompression ist eine derartige, dass wohl kein Zweifel daran bestehen kann, dass die bei dem ersteren Eingriff an den Blutdruckcurven und am Herzen zu beobachtenden Erscheinungen sich aus der Einengung der arteriellen Strombahn im grossen Kreislaufe allein erklären lassen.

Die in diesem Abschnitte angeführten Beobachtungen lassen aber weiter die Schlussfolgerung zu, dass wir auch zur Erklärung der Erscheinungen bei reflectorischer oder dyspnoischer Vasomotorenreizung ebenso wenig eine Erweiterung, als eine Verengerung der Lungengefässe anzunehmen brauchen. Auch hier lassen sich alle Erscheinungen aus der verminderten Blutzufuhr zum rechten Herzen und der Rückstauung von Blut vom linken Herzen her erklären, und die Verschiedenheiten den Erscheinungen bei Hirnanämie gegenüber sind vollständig begreiflich, wenn man erwägt, dass bei reflectorischer Vasoconstrictorenreizung die Drucksteigerung im grossen Kreislaufe in der Regel rasch nachlässt, bei Dyspnoe aber sich weit allmäliger entwickelt als bei Hirnanämie, und hier wohl hauptsächlich in Folge des Einflusses der Dyspnoe auf das linke Herz, ebenfalls rasch nachlässt.

Bei Hunden, wo letzteres, muthmasslich weil das Herz selbst dem Einflusse der Erstickung besser widersteht, minder rasch erfolgt, ist denn auch in der Regel, wie ich in Bestätigung der Angaben von Lichtheim und Openchowski anführen muss, noch während der Drucksteigerung im grossen Kreislaufe bei Dyspnoe ein Ansteigen des Druckes im kleinen Kreislaufe zu beobachten. Weil dieses aber bei Kaninchen nicht eintritt, eignet sich dieses Versuchsthier auch besser als der Hund, um darzuthun, dass die Lungengefässe sich an der dyspnoischen Gefässverengerung nicht betheiligen.

---

des Herzschlages stets zu einer verhältnissmässig sehr beträchtlichen Drucksteigerung in der Arteria pulmonalis, was nachdrücklichst auf die Berücksichtigung dieses Umstandes bei der Beurtheilung von Blutdrucksteigerungen in diesem Gefässe verweist.

Zuletzt muss ich noch einmal auf eine früher bereits angeführte Erscheinung zurückkommen, nämlich das Ansteigen des Druckes in der Arteria pulmonalis bei Sinken des Druckes in der Carotis, nach intravenöser Injection von Curare und, wie ich hier hinzuzufügen habe, von Chloralhydrat, sowie nach Hirnanämie, welche Erscheinung ich nach Anwendung der beiden Gifte sehr häufig, wenn auch nicht regelmässig, und zwar unabhängig von einer gleichzeitigen Veränderung der Athembewegungen, nach Hirnanämie aber nur nach sehr langer Dauer oder oftmaliger Wiederholung des Eingriffes habe auftreten sehen.

Bei Injection von Curare und noch ausgesprochener von Chloral konnte ich ein Anschwellen des rechten Herzens wahrnehmen, und zwar selbst dann, wenn ich die Injection so allmälig vollzog, dass die Anschwellung nicht etwa auf die Flüssigkeitszufuhr zum rechten Herzen bezogen werden konnte. Bei den durch Lähmung des linken Ventrikels bedingten, oft sehr tiefen Drucksenkungen nach Aortencompression habe ich keine Steigerung des Druckes in der Pulmonalis nachweisen können.

Ich muss hervorheben, dass den erstgenannten drei Eingriffen eine Abschwächung des Tonus der Vasoconstrictoren des grossen Kreislaufes gemeinsam ist, will es aber ganz dahingestellt sein lassen, ob etwa hierin, d. h. in der Verminderung der Widerstände für die Bewegung des Blutes von den Arterien zu den Venen des grossen Kreislaufes die Ursache für die vermehrte Füllung des rechten Herzens zu suchen ist, so nahe eine solche Annahme auch mit Rücksicht auf den bei Verengerung der Arterien des grossen Kreislaufes beobachteten Gegenfall liegt.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren rühren vom Kaninchen her. Die mit *c* bezeichneten Curven geben den Blutdruck in der Carotis sinistra, die mit *p* bezeichneten den in der Arteria pulmonalis, die mit *r* bezeichneten die bei Verbindung der Trachea mit einem geschlossenen Luftraume verzeichneten spontanen Athmungen wieder. Mit Ausnahme der Figuren 10, Taf. III und 2, 8, Taf. IV, welche mittels des Hürthle'schen Gummimanometers verzeichnet wurden, sind alle abgebildeten Blutdruckcurven mittels Quecksilbermanometern gewonnen. Die von der Carotis gewonnenen Curven wurden der Raumersparniss halber der Abscisse auf den Abbildungen zumeist nicht unbeträchtlich genähert, die Angabe der absoluten Druckhöhen aber, als für die in Frage kommenden Verhältnisse unwesentlich, unterlassen. Sämmtliche Curven sind von links nach rechts zu lesen.

Die niederen senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen Striche Eintritt, eventuell Dauer eines Eingriffes.

Die im Verlaufe der Erklärungen gebrauchten Bezeichnungen *V*— und *V*+ bedeuten Aussetzen und Wiederaufnahme der künstlichen Lüftung. „*HA* zu" und „*HA* auf" bedeuten Verschluss der Hirnarterien mittels Klemmpincetten und Öffnen der letzteren. „*Ao* zu" und „*Ao* auf" gibt denselben Vorgang an der Aorta thoracica jenseits des Abganges der Arteria subclavia sinistra an. *I* mit einer Zahl bedeutet Reizung mit dem Inductionsstrome bei 1 Daniell und dem durch die Ziffer bezeichneten Rollenabstand.

Tafel I.

Fig. 1. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim zweiten *Ao* auf.
„ 2. Beim ersten Zeichen Reizung des Halsvagus durch seinen eigenen Strom.
„ 3. Gleichzeitige Durchschneidung beider Halsvagi.
„ 4. Beim ersten Zeichen Kneifen des Schwanzes bei einem mässig dyspnoischen Thiere.
„ 5. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.
„ 6. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.

Tafel II.

Fig. 1. Beim ersten Zeichen *V*—, beim zweiten *V*+.
„ 2, 3, 4. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.
„ 5. Durchschneiden beider Halsvagi bei Dyspnoe.
„ 6, 7. Mit leichtem Wechsel der Pulsfrequenz einhergehende spontane Blutdruckschwankungen.

Tafel III.

Fig. 1. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *Ao* zu, beim dr
Ao auf.

„ 2, 4, 7, 9, 10. Beim ersten Zeichen *V*—, beim zweiten *V*+.

„ 3. Spontane Blutdruckschwankungen.

„ 5. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.

„ 6. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim zweiten *Ao* auf.

„ 8. Vom ersten zum zweiten Zeichen Einwirkung von Chloroform
die Nasenschleimhaut.

Tafel IV.

Fig. 1. Beim ersten Zeichen Curarisirung mit nachfolgendem Erlös
der spontanen Athmung, beim zweiten *V*+.

„ 2. Während des Zeichens Reizung eines peripheren Vagusstum
I 10.

„ 3. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim zweiten *Ao* auf.

„ 4. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.

„ 5. Bei den Zeichen Reizung eines peripheren Vagusstumpfes *I* 8.

„ 6. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim achten *Ao* auf; beim zwei
vierten, sechsten Zeichen Abklemmen der Arteria anonyma, b
dritten, fünften und siebenten Öffnen derselben.

„ 7. Spontane Blutdruckschwankungen beim spontan athmenden Thi

„ 8. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.

„ 9. Beim ersten Zeichen *V*—, beim vierten *V*+. Vom zweiten z
dritten Zeichen Injection eines halben Kubikcentimeters ei
indifferenten Flüssigkeit in eine Jugularvene.

„ 10. Einwirkung von Chloroform auf die Nasenschleimhaut.

„ 11. Bei den Zeichen Druck auf die Bauchhaut.

Tafel V.

Fig. 1, 3. Beim ersten Zeichen *V*—, beim zweiten *V*+.

„ 2. Reizung eines peripheren Vagusstumpfes; beim ersten Zeichen *I* 1
beim zweiten *I* 10.

„ 4. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim zweiten *Ao* auf.

„ 5. Blutdruckschwankungen bei Verschluss der Hirnarterien. Be
ersten Zeichen *V*—, beim zweiten *HA* auf, beim dritten *V*+.

„ 6. Apnoe bei erhaltenen Vagis. Beim Zeichen *V*—.

„ 7. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.

„ 8. Kitzeln der Bauchhaut.

„ 9. Reizung des centralen Stumpfes des Laryngeus inferior, *I* 7.

Taf. I.

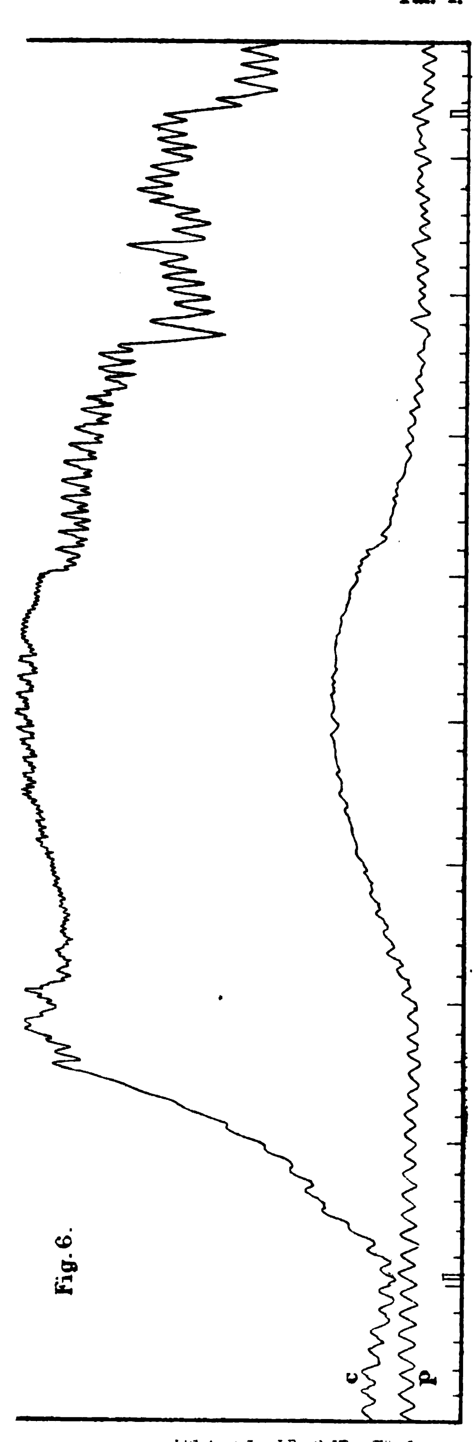
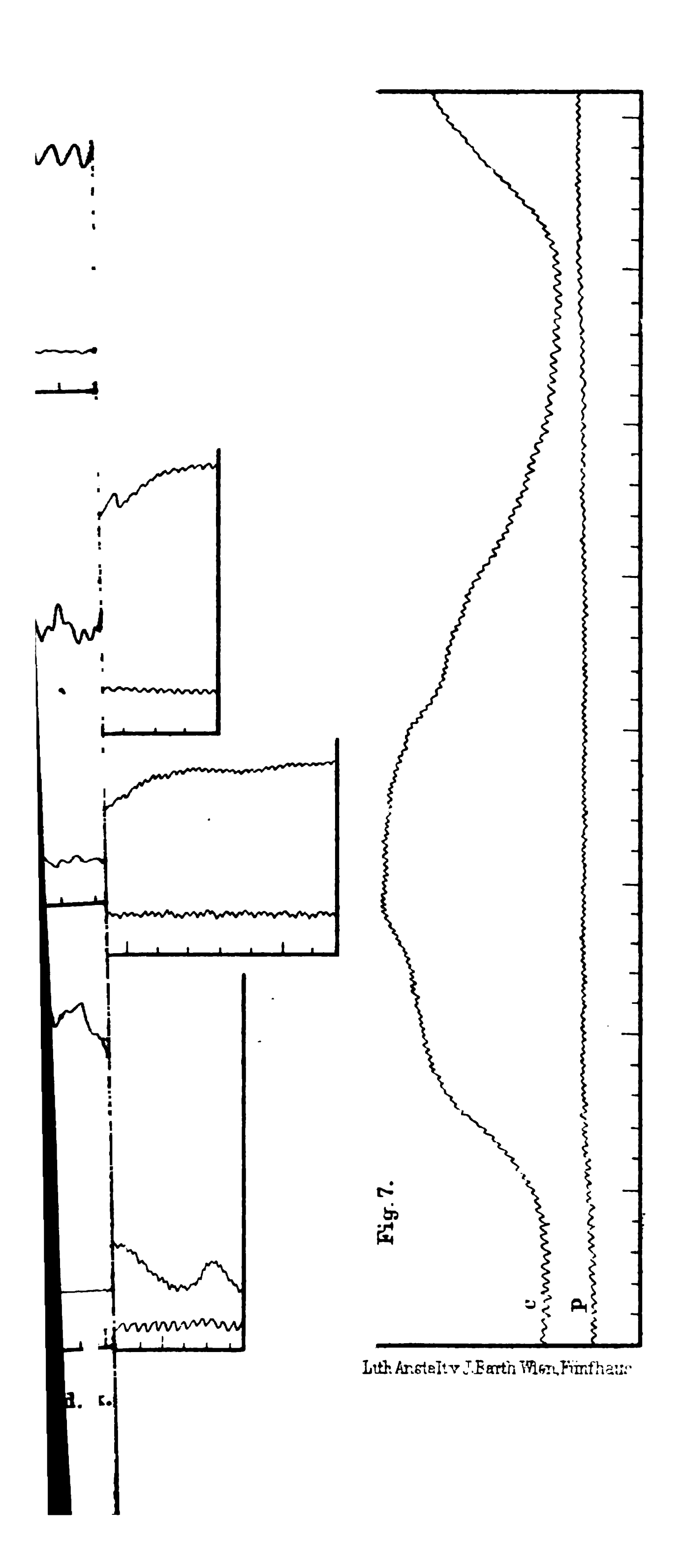


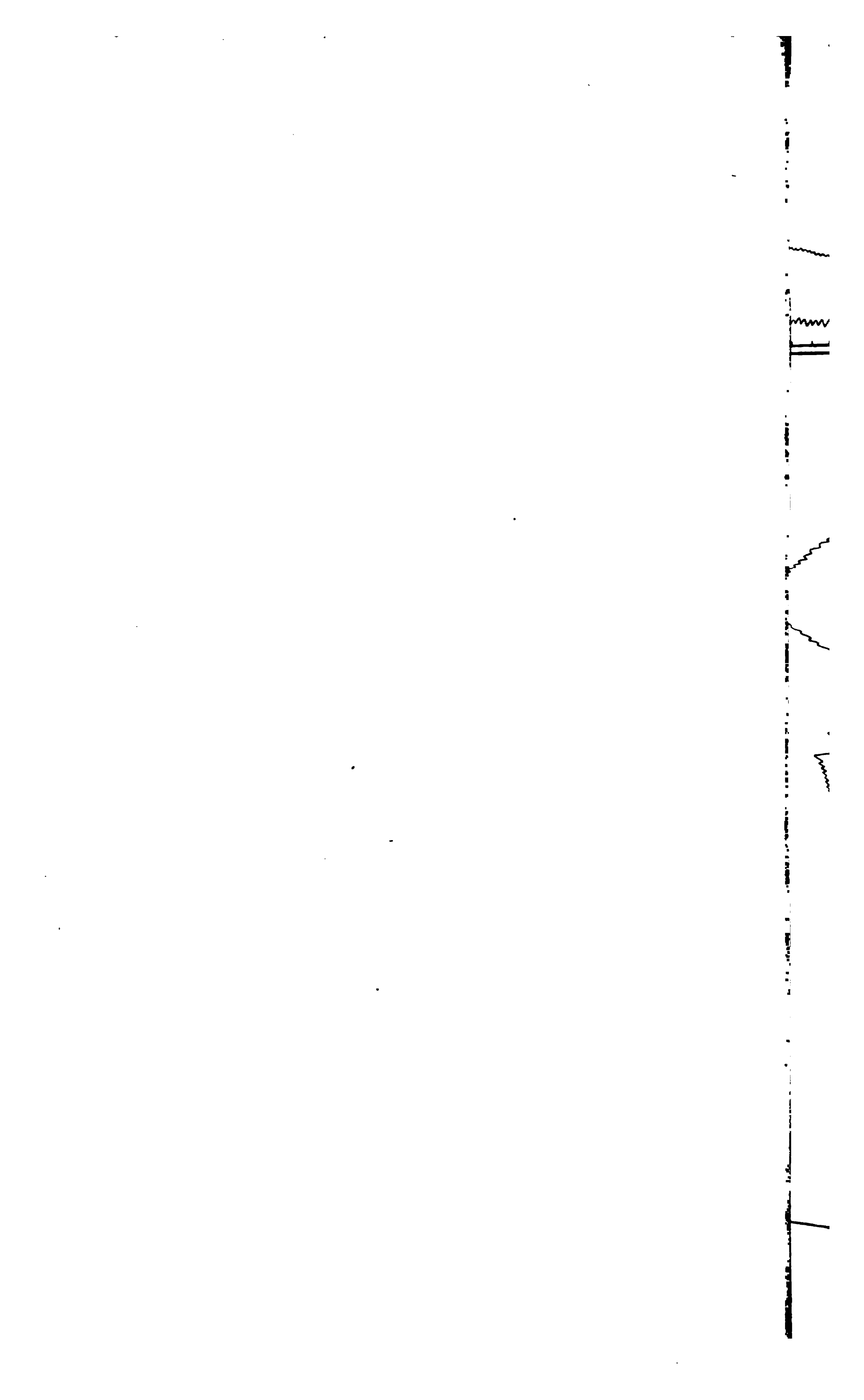
Fig. 6.

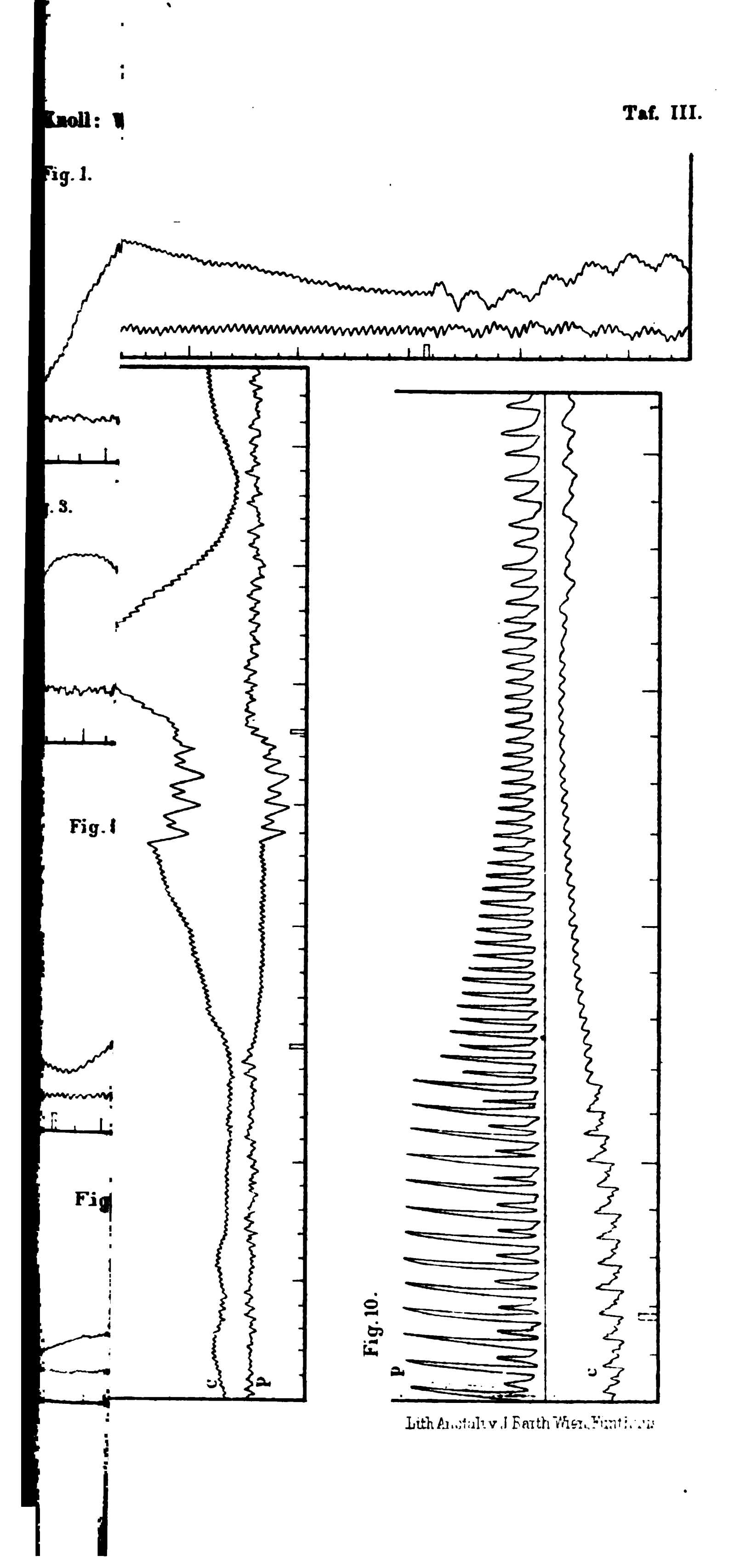
Lith Anstalt v. J. Barth. Wien, Fünfhaus

Taf. II.



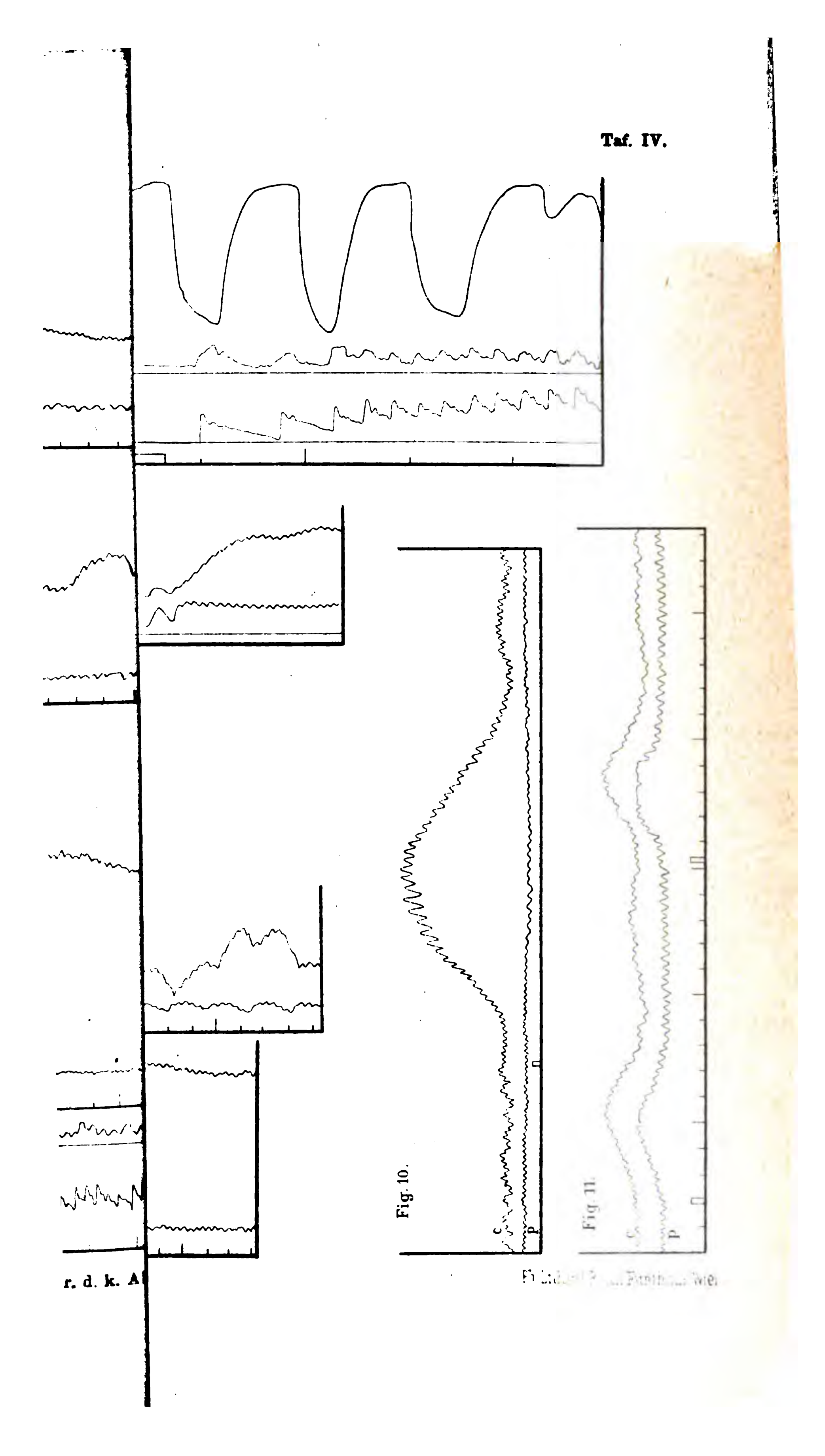
Lith. Anstalt v. J. Barth Wien, Fünfhaus



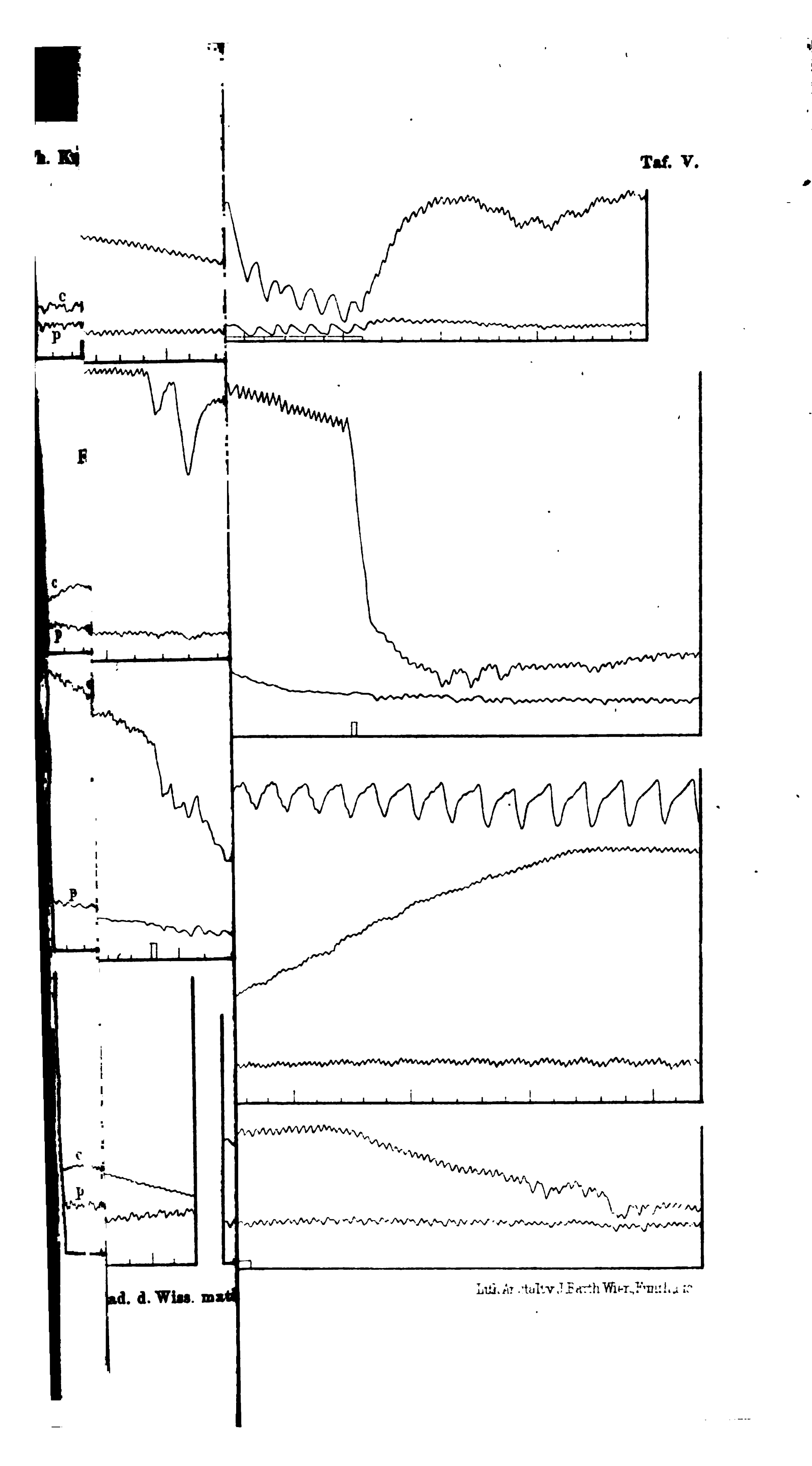


Lith Anstalt v. J. Barth Wien, Fünfh...

r. d. k.


Taf. IV.
Fig. 10.
c
p
Fig. 11.
c
p
r. d. k. A

ad. d.



h. K
Taf. V.
c
p
F
c
p
p
c
p
ad. d. Wiss. mat

Über Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Herzhälften

von

Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

(Mit 6 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. December 1889.)

Die Beobachtung Skoda's, dass auf eine einzige Pulsation der Arterien zwei und selbst drei Herzstösse, beziehungsweise Kammersystolen kommen können,[1] und die in einer späteren Auflage seines Lehrbuches der Percussion und Auscultation enthaltene Angabe, dass es vorkommen kann, dass sich der rechte Ventrikel zweimal und der linke nur einmal contrahirt, war ebenso wie die Mittheilung von Charcelay, dass der Venenpuls frequenter sein kann als der Arterienpuls, vollständig in Vergessenheit gerathen, als eine Veröffentlichung Leyden's die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf diese eigenthümliche Erscheinung lenkte und Ausgangspunkt einer zahlreichen und zumeist recht ausführlichen Casuistik sowie einer regen Discussion dieses Gegenstandes wurde, bezüglich welcher es genügen mag, auf die eingehenden Darstellungen von Schreiber[2] und Riegel[3] zu verweisen.

Das Wesentliche der fraglichen, von Malbranc später als Hemisystolia cordis bezeichneten Erscheinung besteht bekanntlich in dem Auftreten einer grösseren Zahl von wohlausgeprägten Herzstössen und Venenpulsen als wohlausgeprägten

---

[1] Die Percussion und Auscultation. Wien 1839, S. 196.

[2] Über den Pulsus alternans. Arch. f. exper. Pathologie. Bd. 7, S. 317.

[3] Beitrag zur Lehre von der Herzthätigkeit. Deutsches Arch. f. klin. Medicin. Bd. 27, S. 391.

Arterienpulsen und wurde von Leyden aus einer frequenteren Schlagfolge des rechten, dem linken Herzen gegenüber erklärt. Der Streit aber, der sich später in dieser Angelegenheit entspann, drehte sich um die Fragen, ob zur Erklärung jener Erscheinung eine grössere Häufigkeit in den Zusammenziehungen des rechten dem linken Ventrikel gegenüber angenommen werden müsse, und ob letzteres, d. h. die isolirte Zusammenziehung einer Kammer für das fortlebende Herz überhaupt denkbar sei. Der erste, der Beides bestritt, scheint Bozzolo[1] gewesen zu sein, und kurz nachher hat Schreiber in seiner ausführlichen Arbeit einerseits den Versuch gemacht, zu begründen, dass man es bei dem von Leyden genau geschilderten Erscheinungscomplex „keineswegs mit einer gesonderten Thätigkeit des einen oder des anderen Ventrikels, sondern mit derjenigen Anomalie in der Herzarbeit, beziehungsweise am Pulse zu thun habe, die man seit Traube als Pulsus alternans oder bigeminus bezeichnet hat," (a. a. O. S. 351) und anderseits ausgeführt, dass er bei einem Organ „mit theilweise gemeinsamer Musculatur, mit einem gemeinsamen nervösen Centralorgan" sich „nicht recht denken kann, wie der eine Ventrikel sich contrahire, ohne dass der andere unweigerlich in jenen Zustand mit überginge" (a. a. O. S. 341). Dass gleichzeitig mit dem abortiven Arterienpulse in der den Bigeminus, beziehungsweise Pulsus alternans bildenden Pulsgruppe ein deutlicher Venenpuls zu beobachten ist, erklärt er dadurch, „dass trotz der gemeinschaftlichen Arbeit beider Herztheile in die Arterie zeitweise kein oder wenig Blut einströme, weil durch die Tricuspidalinsufficienz das Blut aus dem rechten Ventrikel zum Theil in die Vena cava regurgitire, statt in die Arteria pulmonalis einzutreten". Riegel dagegen, der die Erscheinungen der Hemisystolia cordis gleichfalls lediglich aus dem Eintreten einer arhythmischen Herzaction ableitet und dieselbe geradezu als Herzbigeminie bezeichnet, weist zur Erklärung derselben in einem gewissen Anschluss an Bozzolo auf den grossen Unterschied in den Widerständen für die Blutbewegung in den Arterien und Venen des grossen Kreislaufs hin, der es vollständig erklär-

[1] Doppio impulso cardiaco e doppio polso delle vene. Arch. per le scienze medicho. Vol. I, Fascicolo I, 1876.

lich mache, dass eine Kammersystole, die zu schwach ist, um einen deutlichen Arterienpuls zu erzeugen, doch einen wohl ausgeprägten Venenpuls hervorrufen könne. Den von Malbranc betonten Umstand aber, dass der Herzstoss und Venenpuls zur Zeit des fehlenden Arterienpulses ebenso grosse Curven liefern können wie zur Zeit des kräftigen Arterienpulses, glaubt er dadurch erklären zu können, dass bei der durch das Auftreten vorzeitiger Systolen, welche den Bigeminus bedingen, hervorgerufenen Verkürzung der Diastole weder die Vene sich vollständig entleeren noch das Herz in seine Ruhelage zurückzukehren vermöge und dementsprechend auch der absteigende Schenkel jener Curven vorzeitig von einer neuen Erhebung unterbrochen werde, die nun — trotz des abortiven Charakters der betreffenden Systole — „weil sie von einem höheren Ausgangspunkte ausgeht“, die Höhe der von den kräftigen Systolen bedingten Curvengipfel erreicht, wobei er freilich übersieht, dass sowohl an den von Malbranc abgebildeten Venenpuls- und Herzstosscurven als an den von ihm selbst beigebrachten Herzstosscurven von einem solchen Wechsel der „Ausgangspunkte“ der Curven nichts zu sehen ist, die Curven vielmehr sämmtlich vom Fuss- bis zum Gipfelpunkte annähernd gleich hoch sind. Aus seinen Thierversuchen aber, in denen er die Blutbewegung in einem der Ventrikel und in der Carotis gleichzeitig mittels Fick'scher Federmanometer verzeichnete, geht hervor, dass beim Eintritte von Pulsus bigeminus in der Carotis die Verkürzung des aufsteigenden Schenkels der vom linken Ventrikel aus gewonnenen Curven synchron mit dem abortiven Carotispulse sehr ausgeprägt ist (Fig. 13 u. 14 auf S. 431—433), während die vom rechten Herzen aus unter gleichen Umständen verzeichneten Curven zumeist nahezu gleich lange aufsteigende Schenkel aufweisen (a. a. O. Taf. X, XI, Fig. VII—X). So führt eine nähere Prüfung der einschlägigen Mittheilungen zu dem Ergebnis, dass bei den Erscheinungen der „Hemisystolie“ die unter dem Namen des Bigeminus bekannte Unregelmässigkeit des Herzschlages wohl im Spiel sein dürfte, wie man nach den Pulscurven schliessen muss, dass es aber noch keineswegs aufgeklärt ist, wie es kommt, dass zur Zeit, wo der Puls in den Arterien des grossen Kreislaufes nicht oder nur äusserst abgeschwächt wahrnehmbar ist, Herzstoss

und Venenpuls keine Abnahme ihrer Intensität erkennen lassen.

Dass eine auf den einen Ventrikel beschränkte Abschwächung ja Sistirung der Thätigkeit des Herzens keineswegs eine physiologische Unmöglichkeit ist, geht aus den Erscheinungen an dem unter verschiedenen Bedingungen absterbenden Herzen hervor, und es ist für den fraglichen Gegenstand bemerkenswerth, dass man hiebei häufig das rechte Herz bei Stillstand des linken schlagend finden kann, wie ich dies seinerzeit bei Chloroformeinwirkung gesehen und beschrieben habe.[1] Aber auch am fortlebenden Herzen kann eine zeitweise Sistirung der Thätigkeit des linken Ventrikels beobachtet werden, wie von Bezold zuerst bei Abklemmung der Arteria coronaria magna bei Kaninchen beobachtet und beschrieben hat.[2] Er führt in Bezug hierauf an: „Der Gang der Veränderungen ist im Allgemeinen so, dass, nachdem das Herz 10 bis 20" lang in dem gleichen Rhythmus fortpulsirt hat, es anfängt langsamer zu schlagen. Diese Veränderung trifft regelmässig den linken Ventrikel zuerst, so zwar, dass die übrigen Herzabschnitte noch schleuniger pulsiren, und immer zwei Contractionen auf eine des linken Ventrikels machen" (a. a. O. S. 274). In den denselben Gegenstand betreffenden Mittheilungen von Samuelson[3] und Lukjanow[4] finden sich ganz analoge Angaben, und aus eigener Erfahrung kann ich hinzufügen, dass diese allerdings nicht regelmässig nach gelungener Abklemmung der grossen Kranzarterie auftretende Erscheinung sich so zu entwickeln pflegt, dass der ausgedehnte linke Ventrikel, der sich zu dieser Zeit längs der Kranzvene durch seine blasse Farbe von dem cyanotischen rechten Ventrikel scharf abhebt, zunächst sich abwechselnd stark

---

[1] Über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Athmung und Blutkreislauf. Diese Berichte. Bd. 78, III. Abth., Juli 1878.

[2] Von den Veränderungen des Herzschlages nach Verschliessung der Coronararterien. Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. in Würzburg. Leipzig 1867, S. 256.

[3] Über den Einfluss der Coronar-Arterienverschliessung auf die Herzaction. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 2, S. 12.

[4] Zur Lehre von den Functionsstörungen einzelner Herzhöhlen. Centralbl. f. d. medicin. Wissensch. 1882, S. 223.

und schwach zusammenzieht, und dass dann die schwachen Schläge verschwinden oder wenigstens unmerkbar werden, während der rechte Ventrikel noch im früheren Rhythmus weiterschlägt. Bezold gibt übrigens ferner noch an, dass eine ganz analoge Erscheinung auch nach Verschluss der Kranzvenen beobachtet werden kann,[1] und da in beiden Fällen bei rechtzeitiger Beseitigung des Verschlusses der Kranzgefässe die Herzthätigkeit wieder normal wird, so war der Beweis dafür, dass am fortlebenden Herzen zeitweise eine Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Ventrikel auftreten könne, zu einer Zeit längst erbracht, wo die physiologische Möglichkeit dieser Erscheinung noch lebhaft bestritten wurde.

Es liegen aber weiter seit längerer Zeit noch andere Mittheilungen vor, aus denen sich ergibt, dass eine solche vorübergehende Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Herzhälften auch unter anderen Umständen und bei anderen Versuchsthieren zu beobachten ist.

Hofmokl hat schon im Jahre 1875 in einer auch nach anderer Richtung hin bemerkenswerthen Abhandlung[2] angegeben: „Lässt man das Thier (Hund) bei durchschnittenen Vagosympathicis längere Zeit hindurch ohne Athmung, und zwar so lange, bis der Druck im grossen Kreislauf absinkt, so stellt sich die eigenthümliche Erscheinung heraus, dass der rechte Ventrikel eine grössere Frequenz bietet als der linke, und zwar ergibt sich, ... dass auf je zwei Schläge des rechten, je ein Schlag des linken Ventrikels kommt“. Die letztere Angabe beruht nun allerdings auf einer Missdeutung der von ihm durch gleichzeitige Verzeichnung der Pulswellen in den Arter. carotis und pulmonalis, mittels Quecksilbermanometern gewonnenen Curven, denn die scheinbar einfachen, seltenen Pulse der Carotis, sind wie aus den Zacken an ihrem Gipfel hervorgeht und Schreiber schon richtig vermuthete, nichts anderes als Bigemini, deren zweite Welle bei Verwendung des Quecksilbermanometers und langsamer Be-

[1] Von den Veränderungen des Herzschlages nach dem Verschlusse der Coronarvenen. A. a. O. S. 309.

[2] Untersuchungen über die Blutdruckverhältnisse im grossen und kleinen Kreislaufe. Wiener medicin. Jahrbücher 1875, S. 315.

wegung des Zeichenpapieres, wie ich schon im Jahre 1872 [1] betonte, nicht oder nur ungenügend zur Ausprägung kommen kann [2]. Von den scheinbar doppelt so zahlreichen Pulswellen an der Pulmonalis aber ist eine Anzahl ganz unverkennbar zu Bigeminus-Gruppen verbunden, während andere in Höhe und Länge unter einander keinerlei Verschiedenheit erkennen lassen. Mit anderen Worten: Unter den angegebenen Verhältnissen kann bei anhaltender Unregelmässigkeit in der Schlagfolge des linken, die des rechten Ventrikels bald gleich- und bald wieder ungleichmässig sein. Und allem Anscheine nach handelt es sich um dieselbe Erscheinung bei der Angabe von Lukjanow (a. a. O. S. 324): „Nach Durchschneidung der N. vagi zeigt das Herz curarisirter Thiere (Kaninchen) nicht selten unter der Einwirkung plötzlicher allgemeiner Asphyxie einen deutlichen Asynchronismus der Kammern.“

Den Schlüssel zur Erklärung dieser Erscheinung bei Asphyxie liefert aber die Beobachtung von S. Mayer,[3] dass (bei Kaninchen und Ratten) in einem gewissen Stadium der Dyspnoe das linke Herz, insbesondere der linke Vorhof, mächtig anschwillt und Intermissionen seiner Schläge zeigt, während das rechte Herz noch normal weiter arbeitet, was Mayer darauf bezieht, „dass der Einfluss der localen Erstickung des Herzens sich etwas früher an der linken als an der rechten Herzhälfte geltend macht.“

Und dass eine vorübergehende Incongruenz in der Thätigkeit der einzelnen Herzabschnitte, unter Verhältnissen, unter denen es zu einer ausschliesslich oder vorwaltend oder wenigstens früher in gewissen Herzabschnitten auftretenden Ausdehnung derselben kommt, eine keineswegs seltene Erscheinung ist, habe ich aus einer Reihe von an Kaninchen und Hunden im Laufe des

---

1 Über die Veränderungen des Herzschlages bei reflectorischer Erregung etc. Diese Berichte. Bd. 64, III. Abth., Juli-Heft.

2 Eine der Curve Hofmokel's ganz analoge Curve, die aber den allmähligen Übergang aus den nicht zur Ausprägung gelangten Bigeminis zu Normalpulsen deutlich erkennen lässt, findet sich in meiner Abhandlung über Wechselbeziehungen zwischen dem grossen und kleinen Kreislauf. Diese Berichte, Bd. XCIX III. Abth., Taf. II, Fig. 1.

3 Zur Lehre von der Herzthätigkeit. Prager medicinische Wochenschr. 1880. S. 135.

letzten Jahres mittels des Hürthle'schen Gummimanometers angestellten Beobachtungen ersehen. Es waren hiebei der Stamm der Arteria pulmonalis mittels einer seitenständigen[1] und die Carotis sinistra in der gewöhnlichen Weise mittels einer endständigen Canüle mit je einem Manometer verbunden, so dass die Pulse der beiden Arterien über einander verzeichnet werden konnten. Das bei Kaninchen in den in meiner Abhandlung über eine Methode zur Verzeichnung der Volumschwankungen des Herzens[2] angegebenen Weise präparirte Herz lag dabei zwischen den beiden erhaltenen Rippenfellsäcken wie in einer Nische frei zu Tage, so dass die unmittelbare Betrachtung des Herzschlages mit dessen graphischer Beobachtung verbunden werden konnte, doch war durch die Betrachtung in vielen Fällen nur festzustellen, dass eine Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Herzhälften besteht, während die genauere Bestimmung derselben nur aus den Pulscurven möglich war.

Ich muss weiter an dieser Stelle nochmals betonen, dass die gerade an der Lungenschlagader so häufig auftretenden Gerinnsel sowie das Verlegen der Canüle durch Lamellen der durchstossenen Arterienwand (a. a. O. S. 4) bei der gewählten Versuchsanordnung sehr oft Störungen bedingen. Handelt es sich um genaue Verzeichnung der Pulswellen in der Pulmonalis, so tritt als weiterer störender Umstand hinzu, dass man, anscheinend infolge von Insufficienz der Semilunarklappen übermässig grosse und fast kein Detail enthaltende Pulscurven bekommt, wenn die seitenständige Canüle etwas zu nahe am Ursprung der Pulmonalarterie sitzt, was bei der wechselnden Lage des Herzens und der Schwierigkeit des ganzen Versuches nicht immer vermeidlich ist. Einen weiteren Übelstand bildet es, dass in den Fällen, wo die Energie des rechten Ventrikels einigermassen gesunken ist, nur bei einem Minimum von Reibung wohlausgeprägte Pulscurven von dem Schreibhebel auf dem be-

[1] Der Blutdruck in der Arteria pulmonalis bei Kaninchen und seine respiratorischen Schwankungen. Diese Berichte. Bd. 97, III. Abth. Juli 1888. Der Mechaniker an meinem Institute liefert die in dieser Abhandlung beschriebene Canüle um den Preis von 8 fl.

[2] Diese Berichte. B. 82. III. Abth., Juni 1880.

russten Papier verzeichnet werden, und dass unter diesen Umständen ein geringer Wechsel in der Dicke der Russschichte ausreicht, um die Zeichnung verschwinden zu machen oder wenigstens zu verwischen. An der Carotis kommt dieser Übelstand bei der ungleich grösseren Energie in der Zusammenziehung des linken Ventrikels weit weniger in Betracht, dagegen macht sich hier zuweilen die bei erheblicheren Drucksteigerungen eintretende starke Schrägstellung des Schreibhebels hinsichtlich der Gestalt und Ausprägung der Pulscurven störend geltend (Taf. IV, Fig. 13).

Im Übrigen aber hat mir Hürthle's Gummimanometer, wie auch wohl aus den dieser Abhandlung beigegebenen Tafeln hervorgeht, als Pulswellenzeichner treffliche Dienste geleistet.

In wohlgelungenen Versuchen ist eine Übereinstimmung der Sphygmogramme von der Carotis und Pulmonalis in allen wesentlichen Merkmalen zu finden, namentlich finden sich dieselben katakroten Erhebungen am Sphygmogramm der Pulmonalis wie an jenem der Carotis.

Auch hier ist der trikrote Charakter der Pulscurve die Regel und wie an den Arterien des grossen Kreislaufes wechselt die Grösse und Lage der Zacken am absteigenden Curvenschenkel mit den Schwankungen des Blutdruckes [1] (Taf. III, Fig. 2) und der Grösse der Einzelpulse, und es ist sehr bemerkenswerth, dass einerseits bei gleichsinnigen Schwankungen des Blutdruckes oder der Pulsfrequenz in den beiderseitigen Gefässsystemen sich gleichsinnige Veränderungen an den Pulscurven vollziehen (Taf. II, Fig. 6), anderseits aber trotz der grossen Verschiedenheit in den absoluten Druckverhältnissen im grossen und kleinen Kreislauf die Ausprägung und Lage der katakroten Erhebungen an den beiden Arterien annähernd gleich sein kann. (Taf. I, Fig. 12, Taf. II, Fig. 8, 9, Taf. V, Fig. 9, 10, Taf. VI, Fig. 5, 7. Ausserdem an zahlreichen der übrigen, die Wirkung verschiedener Eingriffe versinnlichenden Figuren.) Letzteres ist freilich keineswegs regelmässig der Fall. Noch häufiger als die Verschiedenheiten der Carotiscurve

---

[1] Vergl. Knoll: Beiträge zur Kenntnis der Pulscurve. Arch. f. exper. Path. Bd. 9, S. 389. Hürthle: Beiträge zur Hämodynamik. Pflüger's Arch. Bd. 43, S. 429 ff.

an den verschiedenen Beobachtungsobjecten sind die Abweichungen zwischen den Carotis- und Pulmonaliscurven an einem und demselben Versuchsthiere. Und wie die Carotiscurve nicht selten blos dikrot erscheint, so kann man von der Pulmonalis wohl zuweilen selbst zu der Zeit, wo trikrote Carotiscurven verzeichnet werden, nur dikrote Curven gewinnen (Taf. V, Fig. 8), ebenso kann aber auch umgekehrt der Trikrotismus an der Pulmonalis zeitweilig ausgeprägter sein als an der Carotis (Taf. II, Fig. 10, 11).

Alles dies erscheint aber keineswegs auffällig, wenn man den grossen Einfluss in Betracht zieht, den der Blutdruck auf die Form der Pulscurve nimmt und der grossen Verschiedenheiten gedenkt, welche das Verhältniss des Carotis- zum Pulmonalisdrucke sowohl bei verschiedenen Versuchsthieren als auch im Laufe eines Versuches bei einem und demselben Thiere darbieten kann. Weit bemerkenswerther erscheint es mir da, dass trotz der grossen Verschiedenheiten hinsichtlich der Elasticität und der Verzweigung der Arterien des grossen und kleinen Kreislaufes die Pulswellen in beiden Gefässsystemen dieselbe Form darbieten können, und ich vermag vorläufig nicht abzusehen, wie diese Thatsache mit der Ansicht, dass die katakroten Erhebungen der Pulscurve durch Elasticitätsschwankungen und Reflexionen am Gefässsystem bedingt sein sollen, in Übereinstimmung zu bringen ist. Gegen die Deutung der katakroten Erhebungen an der Pulscurve als Ausdruck von der Peripherie des Gefässsystemes reflectirter Wellen spricht übrigens auch der Umstand, dass diese Erhebungen an den Pulscurven der Pulmonalis auch dann noch wohl ausgeprägt bleiben, wenn man dieses Gefäss jenseits der seitenständigen Canüle durch eine Klemmpinzette möglichst vollständig verschliesst, was an dem raschen Absinken des Druckes und dem Verschwinden der Pulse in der Carotis controlirt werden kann. Obwohl die Pulmonalis unter diesen Umständen auf ein äusserst kurzes, vollständig unverzweigtes Stück reducirt ist, können die Pulscurven derselben doch ausgesprochen trikrot bleiben (Taf. III, Fig. 5).

Führt man nun bei Kaninchen während gleichzeitiger Verzeichnung der Pulse an der Pulmonalis und Carotis durch Steigerung des intracardialen Druckes mittels dyspno-

ischer, durch Verschluss der Hirnarterien bedingter anämischer oder reflectorischer Vasoconstrictorenreizung oder durch Verschluss der Aorta thoracica Ungleichmässigkeit des Herzschlages herbei, zu welchem Zwecke bei Dyspnoe sowie bei Reizung der Nasenschleimhaut die Vagi am Halse durchschnitten sein müssen, so sieht man dieselbe oft an den Pulsen beider Arteriensysteme in annähernd gleichförmiger Weise ausgeprägt (Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 7), in vielen anderen Fällen aber erscheinen während der ausgesprochensten Ungleichmässigkeit der Pulse an der Carotis jene an der Pulmonalis andauernd oder wenigstens zeitweise vollständig gleichmässig. (Taf. I, Fig. 1—5, 9—11, Taf. II, Fig. 5, Taf. V, Fig. 7). Bei Hirnanämie, Aortencompression oder sensibler Reizung wird das Eintreten letzterer Erscheinung begünstigt durch gleichzeitiges Unterhalten eines gewissen Grades von Dyspnoe durch insufficiente Ventilation oder zeitweiliges Aussetzen der Ventilation an curarisirten Thieren, doch lässt sich dieselbe auch an spontan athmenden, sowie an unausgesetzt ausgiebig künstlich ventilirten Thieren wahrnehmen.

Bei insufficienter Ventilation und beim Aussetzen der spontanen oder künstlichen Athmung, eventuell bei gleichzeitigem Verschluss der Hirnarterien oder Reizung sensibler Nerven, ergibt sich nicht selten der Fall, dass es an den Carotiscurven durch allmählige Abnahme jeder zweiten Pulswelle zur Ausbildung eines Pulsus Bigeminus kommt, der durch weitere Abschwächung der abortiven Pulse in einen anhaltenden Pulsus intermittens übergeht, der sich dann wieder durch die Zwischenstufe des Bigeminus allmählig in den normalen Puls rückbildet, während die Pulse an der Pulmonalis in Bezug auf Grösse und Zeitdauer mittlerweile unverändert bleiben. (Taf. I, Fig. 1—5, Fig. 10, 11.) Es entsteht so zeitweise das ausgeprägte Bild der Hemisystolia cordis, indem an der Carotis nur halb so viele, unter einander gleiche, aber stark vergrösserte Pulse verzeichnet werden als an der Pulmonalis, wo die Pulse ebenfalls untereinander gleich sind. Reizt man zu dieser Zeit einen peripheren Vagusstumpf elektrisch, so tritt die Wirkung an beiden Arterien in ganz gleicher Weise zu Tage, nach dem Herzstillstand aber macht sich an den Carotispulsen insoferne eine besondere Art

der Nachwirkung bemerkbar, als während des Wiederansteigens des Druckes und kurze Zeit nachher die Pulse dieselbe Frequenz zeigen wie an der Pulmonalis, worauf aber sofort wieder die vorhergehende Pulsverschiedenheit an den beiden Arterien sich einstellt (Taf. II, Fig. 5).[1]

Ob es sich während letzterer zeitweilig um das vollständige Ausbleiben von Systolen am linken Herzen handelt, also um einen wirklichen Pulsus deficiens, oder ob die Systolen immer nur so abgeschwächt sind, dass sie keine durch den Pulswellenzeichner wiedergebbare Blutbewegung mehr erzeugen, vermag ich bis jetzt nicht zu entscheiden.

Die unmittelbare Betrachtung des Herzens spricht für ersteres, doch können sich ganz schwache Systolen auch dieser entziehen, wie überhaupt die Auffassung der Incongruenzen der Herzthätigkeit beim Kaninchen durch die Betrachtung des Herzens selbst mir weit weniger zuverlässig erscheint, als die Verfolgung dieser Erscheinung durch gleichzeitige Verzeichnung der Pulswellen in beiden Kreisläufen. Es scheint mir jene Frage auch von keiner grundsätzlichen Bedeutung zu sein; wesentlich ist es dagegen, dass die Pulscurven der Pulmonalis eine nach Rhythmus und Schlagvolumen vollständig gleichmässige Schlagfolge des rechten Ventrikels anzeigen können, während am linken Ventrikel aussergewöhnlich kräftige mit bis zur Unkenntlichkeit abgeschwächten Systolen abwechseln.

In anderen Fällen freilich ist die Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Ventrikel bei den angegebenen Eingriffen nicht so ausgeprägt wie bei der eben beschriebenen Erscheinungsreihe; es sind dann entweder auch an der Pulmonalis anhaltend leichte Ungleichmässigkeiten in den Pulsen, etwa in der Form des Pulsus alternans zu finden (Taf. II, Fig. 12), oder es treten in dieser Arterie dieselben Formen von unregelmässigen Pulsen wie in der Carotis auf, jedoch minder häufig als in dieser (Taf. I, Fig. 8, Taf. V, Fig. 1).

In einer anderen Reihe von Fällen wiederum erscheinen die Ungleichmässigkeiten im Herzschlage in der Pulmonalis stärker

---

[1] Eine ganz analoge Wirkung der Vagusreizung haben Heidenhain, Pflüger's Arch. Bd. 27, S. 397) und Hofmeister (Ebenda Bd. 44, S. 406) vom Froschherzen beschrieben.

zens von aussen, sowie bei directer Reizung mit allmählig anwachsenden elektrischen Strömen sowie, wie ich später darlegen werde, bei Helleboreïnvergiftung als Vorstufe des Flimmerns beobachten kann, so wird man sie wohl auch unter den oben angegebenen Verhältnissen als ein Zeichen des Erlahmens der Herzthätigkeit auffassen müssen, und der Umstand, dass die Abschwächung des Herzschlages sich dabei vorzugsweise am rechten Herzen ausspricht, ist als ein weiteres Merkmal für das rasche Erlahmen desselben bei Steigerung der Widerstände im kleinen Kreislauf anzuführen. Möglicherweise kommt diese durchaus nicht regelmässig auftretende Spätwirkung der intracardialen Drucksteigerung für die Erklärung der von den meinen abweichenden Beobachtungen der Gebrüder Cyon und von Bezold und Stezinsky bei Erhöhung des Druckes im Herzen in Betracht.[1]

Sehr ausgeprägte Incongruenz in der Thätigkeit der beiden Herzhälften fand ich ferner bei allmählig bis zur Vernichtung der Herzthätigkeit anwachsender Vergiftung der Versuchsthiere mit Helleboreïn. Ich habe auch diese Versuchsreihe fast ausschliesslich an (24) Kaninchen durchgeführt, mich aber nebenbei an zwei Hunden von dem analogen Ablauf der Erscheinungen überzeugt.

Die Vergiftung erfolgte durch successive Injection einer 1⁰/₀ Lösung in eine Vena jugularis externa und die zur Erreichung des angegebenen Zieles erforderlichen Dosen Helleboreïn wechselten bei den verwendeten mittelgrossen, beiläufig 1—2 Kilogramm schweren Kaninchen zwischen 0,003—0,008. Bei unmittelbarer Betrachtung des Herzens ergab sich dabei eine in der Regel ganz deutliche, mit Erblassen verknüpfte Verengerung des linken, und des gegen die Herzspitze zu gelegenen Theiles des rechten Ventrikels, der dabei manchmal nur wie ein Anhängsel des linken Ventrikels erschien, während der Rest des rechten Ventrikels und namentlich die beiden Vorhöfe erweitert waren. Der Rand des mit Blut strotzend gefüllten linken Vorhofes stand dabei zuweilen nicht unbeträchtlich vom engen linken Ventrikel ab, und der weite Theil des rechten Ventrikels

---

[1] Vergl. Knoll: Über die Veränderungen des Herzschlages u. s. w. a. a. O. S. 20—24 des S. Abd.

setzte sich von dem zusammengezogenen Theil desselben häufig durch eine Art Furche ab. In diesem Zustande waren gewöhnlich schon ausgeprägte Ungleichmässigkeiten in der Zusammenziehung, namentlich an den Vorhöfen, und die Incongruenz dieser Ungleichmässigkeiten am linken und rechten Ventrikel erkennbar.

Meist war dabei ein periodischer Wechsel in der Blutfülle beider Vorhöfe oder des rechten allein wahrnehmbar, d. h. die Vorhöfe vollzogen ihre Zusammenziehungen bald bei grösserem, bald wieder bei kleinerem Durchmesser. Manchmal beschränkte sich die Verkleinerung des Durchmessers auf eine einzige sehr intensive Systole, an die sich eine mächtige Ausweitung und ein sehr kräftiges Zucken der Ventrikel anschloss, das mit einer sehr ausgiebigen Bewegung der Herzspitze einherging.

Dann stellte sich, bald an beiden Herzhälften zugleich, bald am rechten Herzen allein eine Folge von sehr kleinen und frequenten, nicht selten unmittelbar in Flimmern übergehenden Systolen ein, und mit letzteren erlosch dann entweder die Herzbewegung unmittelbar, oder nach einer Zeit peristaltischen Wogens und Wühlens, oder es trat nach einer Periode der sozusagen flatternden Herzthätigkeit oder des Flimmerns, während welcher die Vorhöfe strotzend mit Blut gefüllt waren, eingeleitet durch eine sehr kräftige Vorhofssystole wieder ein einzelner kräftiger Schlag oder eine Reihe kräftiger Schläge auf, und nach einer mehr oder weniger häufigen Wiederholung dieses periodischen Wechsels der Herzthätigkeit kam es zu einer vollständigen Vernichtung derselben. Die letztere vollzog sich zumeist in beiden Herzhälften gleichzeitig, in einzelnen Fällen aber konnte noch längere Zeit nach Vernichtung der Thätigkeit des rechten Herzens periodisches oder wohl auch zuerst anhaltendes und dann periodisches Schlagen des linken Herzens beobachtet werden. In den einen wie im anderen Fall erfolgte der Stillstand des linken Ventrikels gewöhnlich in ausgesprochen contrahirtem Zustande, während die übrigen Herzabschnitte schlaff waren, was mit Openchowski's Beobachtungen übereinstimmt.

In nicht wenigen Versuchen waren mancherlei Abweichungen von der geschilderten Erscheinungsreihe wahrnehmbar, theils

insofern, dass nicht das rechte, sondern das linke Herz seine Thätigkeit zuerst einstellte, was ich insbesondere gegenüber der Angabe Openchowski's[1] hervorheben muss, dass beim Kaninchen nach Helleboreïnvergiftung der linke Ventrikel stets länger schlägt als der rechte, theils insofern, dass beide Ventrikel noch eine Zeit lang weiter schlugen, während die Vorhöfe still standen. Auch konnte vereinzelt beobachtet werden, dass die periodisch auftretenden Zusammenziehungen des Herzens sich nicht an beiden Herzhälften gleichzeitig, sondern abwechselnd vollzogen.

Im Übrigen aber konnte ich, während noch lebhaftere Herzthätigkeit bestand, genauere Ermittelungen über die Natur der nur im Allgemeinen erkennbaren Incongruenzen in der Thätigkeit der beiden Ventrikel bei Betrachtung des Herzens allein nicht machen, insbesondere vermochte ich nicht etwa wie Openchowski wahrzunehmen, dass das linke Herz nach Helleboreïnvergiftung fast um die Hälfte langsamer schlägt als das rechte (a. a. O. S. 209).

Bei gleichzeitiger Verzeichnung der Pulse an der Pulmonalis und Carotis konnte ich aber allerdings zuweilen, wie in der früher geschilderten Versuchsreihe, das Vorkommen gleichmässiger Pulse an der einen Arterie bei Pulsus bigeminus oder intermittens an der anderen feststellen (Taf. IV, Fig. 2, 4, 5). Offenbar hat Openchowski, der sich ausdrücklich auf seine Curven bezieht, dieselbe Erscheinung vor sich gehabt, denn die Curve 3 auf Taf. IV seiner Abhandlung, welche er als Beweis dafür anführt, dass Helleboreïnvergiftung infolge von „Vagusreizung im linken Herzen" die Schlagfolge des linken dem rechten Herzen gegenüber vermindert, weist ausgeprägte Bigemini an der Carotiscurve auf, und wenn man die durch Zacken an den Curvengipfeln ganz unverkennbar angezeigten abortiven Systolen mitzählt, so ist zur Zeit der angeblichen Vagusreizung die Zahl der Carotispulse ebenso gross, wie gleichzeitig an der Pulmonalis und wie an einer kurzen Strecke der Carotiscurve, auf welcher die Pulse etwas gleichmässiger ausgeprägt sind.

---

[1] Das Verhalten des kleinen Kreislaufes gegenüber einigen pharmakologischen Agentien. Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 16, S. 201 ff.

Daher ist es aber auch ganz erklärlich „dass diese Erscheinung bei durchschnittenen Vagis stattgefunden hat“ und es darf dieselbe keineswegs dahin gedeutet werden, dass sie „für rein periphere Reizung der Vagi zu sprechen scheint“ (a. a. O. 206). Dieselbe Erscheinung findet sich übrigens, von Openchowski gleichfalls als „Vagusreizung nur im linken Herzen“ gedeutet (a. a. O. S. 221) auch auf seiner Fig. 4 (a. a. O.), während und nach einer Athmungssuspension. Und so liefern die Curven Openchowski's, soweit als die sehr kleinen Pulswellen an seinen Pulmonalis-Curven deutungsfähig sind, ganz gute Belege für die oben erörterte Erscheinung, dass Ungleichmässigkeiten des Herzschlages auf einen Ventrikel beschränkt bleiben können.

Meine eigenen graphischen Beobachtungen aber ergaben hinsichtlich der Helleboreïnwirkung Folgendes:

Als erste Erscheinung stellte sich in der Regel eine mehr oder weniger erhebliche auf die Carotis beschränkte Erhöhung des Blutdruckes ein (Taf. III, Fig. 3). Früher oder später, bald jäh einsetzend, bald wieder mehr allmählig sich entwickelnd, kam es dann zu Ungleichmässigkeit der Pulswellen zumeist von periodischem Charakter und mit periodischen Schwankungen des Blutdruckes einhergehend, und zwar zuweilen zunächst nur an der Pulmonalis, also auf das rechte Herz beschränkt (Taf. VI, Fig. 1), zuweilen wieder an beiden Arterien gleichzeitig (Taf. VI, Fig. 4) auftretend. Den Beginn dieser Ungleichmässigkeiten markirte in der Regel die ausgesprochene Abschwächung einzelner Pulse, dann folgten abnorme grosse und kleine, langsamer und rascher schlagende Pulse in mannigfachem Wechsel (Taf. IV, Fig. 1—6, 10—13, Taf. V, Fig. 2, Taf. VI, Fig. 1—4), wobei nicht selten je eine sehr grosse Pulswelle mit einer Anzahl kleinerer zu einer Gruppe verbunden erschien, oder immer einige grössere etwas langsamer ablaufende mit einigen kleineren etwas rascher ablaufenden Pulswellen zu einer periodisch in annähernd gleicher Weise wiederkehrenden Gruppe vereint waren. Die mannigfaltigen Erscheinungsformen, welche die ungleichmässige Herzthätigkeit unter diesen Umständen annahm, geht aus der Betrachtung der angeführten zahlreichen Figuren besser hervor, als aus einer etwaigen umständlichen Beschreibung. Es ergibt sich aus denselben auch, dass neben der bei einfacher Steigerung

des intracardialen Druckes auftretenden Ungleichmässigkeit, die auf dem Abortivwerden einzelner Systolen beruht, das zu abnormer Grösse der nächstfolgenden Pulswellen führt, bei Helleboreïnvergiftung sehr häufig auch eine solche Ungleichmässigkeit sich einstellt, die von dem unvermittelten Auftauchen abnorm grosser Pulse herrührt (Taf. IV, Fig. 1, 6, 11—13), eine Erscheinung, die wohl von der unmittelbaren Einwirkung des Helleboreïn auf das Herz herrühren dürfte.

Die Betrachtung jener Figuren ergibt weiter, dass die Ungleichmässigkeiten wohl oft an beiden Arterien in gleicher Weise ablaufen, dass aber nicht minder oft ausgesprochene Incongruenzen in dieser Richtung bestehen, z. B. gleichzeitig an der einen Arterie Bigeminus, an der anderen aber gleichmässiger Puls verzeichnet wird, an der einen Pulsus intermittens, an der anderen Pulsus bigeminus, an der einen ein abnorm grosser, an der anderen ein abnorm kleiner Puls u. s. w. Auch sind die Perioden an der einen Arterie oft ausgesprochener als an der anderen, oder sie sind an den beiden Arterien gegeneinander verschoben u. dgl. mehr. Sobald man aber durch Aussetzen der künstlichen Lüftung an curarisirten Thieren unter diesen Umständen Vagusreizung herbeiführt, prägt sich diese an beiden Arterien in ganz gleicher Weise aus (Taf. IV, Fig. 8), was ich Openchwoski gegenüber hervorheben muss, dem es „schien, als ob nach Helleboreïnvergiftung die elektrische Reizbarkeit der hemmenden Fasern im rechten Ventrikel abgenommen hätte“ (a. a. O. S. 207). Eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung ist das Auftreten von einzelnen, von einer kürzeren oder längeren Reihe sehr abgeschwächter Pulse gefolgten Colossalpulsen auf den Curven (Taf. IV, Fig. 7, 9, Taf. VI, Fig. 6). Diese Erscheinung, die mit der oben erwähnten beträchtlichen Locomotion des Herzens zusammenfiel, war an der Carotis immer am stärksten ausgeprägt, ja sie konnte wohl bei überaus kräftiger Ausprägung an der Carotis an der Pulmonalis kaum angedeutet sein.

Kam es dann im weiteren Verlaufe zu vorübergehendem oder bleibendem Erlöschen der geregelten Herzthätigkeit, so machte sich dies an den Curven durch das Verschwinden der Pulswellen an beiden Arterien gleichzeitig (Taf. V, Fig. 2) oder zunächst nur an der einen Arterie bemerkbar (Taf. VI, Fig. 1, 4). Dabei

war das Absinken des Druckes an der Carotis stets weit beträchtlicher als an der Pulmonalis, was vollständig begreiflich ist, wenn man erwägt, dass der Abfluss des Blutes aus dem Lungenkreislauf unter diesen Umständen infolge der insufficienten Thätigkeit des linken Vorhofes behindert ist. Tritt nach dem Verschwinden der Pulswellen wieder eine Periode geregelter Herzthätigkeit auf, so kommt es in dem Falle, dass dies zunächst nur oder wenigstens vorzugsweise an der Carotis ausgeprägt erscheint, vorerst zu einem Absinken des Druckes in der Pulmonalis (Taf. VI, Fig. 1—3), weil unter diesen Umständen infolge der Entleerung des linken Vorhofes das Blut aus dem kleinen Kreislauf abfliesst, ohne dass es zu einem genügenden Nachschub vom rechten Herzen her käme.

Umgekehrt kann es zu einem Steigen des Druckes in der Pulmonalis bei sinkendem Drucke in der Carotis kommen (Taf. VI, Fig. 2), wenn bei anhaltender Lähmung des linken Vorhofes der rechte Ventrikel durch eine schwache von ganz flachen Wellen auf der Pulmonaliscurve markirte Thätigkeit, Blut in den Lungenkreislauf fördert, das nicht vom Vorhof herausgepumpt wird.

So findet die paradoxe Erscheinung, dass bei Wiederbeginn der Herzthätigkeit Steigen des Druckes in der Carotis mit dem Sinken derselben in der Pulmonalis zusammenfallen kann, und dass beim Erlöschen derselben zuweilen das umgekehrte Verhalten zu beobachten ist, in der Incongruenz hinsichtlich des Auftretens und Verschwindens der Herzthätigkeit ihre Erklärung. Die ausgeprägte Periodicität, welche die Herzthätigkeit unter diesen Umständen zeigen kann, geht aus Fig. 2—6 auf Taf. V und Fig. 1—3 auf Taf. VI wohl zur Genüge hervor. Hievon geben die Figuren auf der Taf. V allerdings nur die Carotispulse wieder, da an der Pulmonalis keine deutlichen Pulswellen mehr verzeichnet wurden, erstere sind aber vom Beginn der periodischen Thätigkeit bis zum vollständigen Erlöschen der Herzbewegung abgebildet, um ein vollständiges Bild der Erscheinung zu geben. Es ist hiemit der Beweis geliefert, dass die von Luciani am ausgeschnittenen Froschherzen bei Füllung desselben mit blutkörperchenfreiem Serum und von Rossbach unter sonst gleichen Versuchsbedingungen bei Anwendung von Erstickungsblut oder

schwachen Veratrinlösungen beobachtete periodische Function des Herzens auch beim Säugethier auftreten kann.

Dass die Neigung rhythmischer Functionen, beim Erlöschen zunächst in periodische überzugehen, eine im Thierreiche weitverbreitete ist, haben mich übrigens auch gelegentliche mikroskopische Beobachtungen an den Chromatophoren in ausgeschnittenen Hautstücken von Octopus gelehrt, und bei dem jüngst in Basel abgehaltenen internationalen Physiologencongress hat Lombard berichtet, dass bei Ermüdung der willkürlichen Muskeln des Menschen „Perioden von fast vollkommenem Verlust der Kraft mit solchen von wiedergewonnener Kraft abwechseln.“ [1]

Auch die geschilderten Erscheinungen am Säugethierherzen bei Helleboreïnvergiftung sind im Wesentlichsten nichts anderes als eine Ermüdungserscheinung, die sich anscheinend hauptsächlich an den strotzend gefüllten Vorhöfen vollzieht, unter denen wieder der rechte nicht selten jene Erscheinung früher darbietet, was mit meinen oben angeführten Erfahrungen hinsichtlich des raschen Erlahmens des rechten Herzens bei seiner Ausdehnung im Einklange steht.

Nach Angaben von Bezold (a. a. O. S. 285), der nach Beseitigung des Verschlusses der Kranzarterien einzelne kräftige Contractionen periodisch mit Flimmern des Herzmuskels bei Kaninchen abwechseln sah, kommt diese periodische Function des Säugethierherzens übrigens nicht blos der Ermüdung, sondern auch der Erholung desselben zu.

Die nahe Verwandtschaft der Erscheinung des Flimmerns, das keine Pulswellenzeichnung mehr bedingt, mit den bei sogenanntem Collaps auch am Menschen auftretenden sehr frequenten und schwachen Systolen, spricht sich bei der Helleboreïnvergiftung an dem Übergang der einen in die andere Erscheinung deutlich aus (Taf. VI, Fig. 1—3). Sehr wahrscheinlich haben wir ferner in dem beim Menschen mittels des Tastsinns beobachteten Pulsus myurus deficiens recurrens [2] nichts anderes zu erblicken, als einen den eben angeführten Figuren analogen Ausdruck periodischen Erlöschens der Herzthätigkeit.

[1] Bericht von J. Gad. Centralblatt für Physiologie 1889, S. 319.

[2] Vergleiche Laudois. Die Lehre vom Arterienpuls. Berlin 1872, S. 250, 251.

Die in den vorliegenden Blättern mitgetheilten Beobachtungen lehren aber, dass nicht nur eine ungleichzeitige Thätigkeit der beiden Ventrikel am fortlebenden Herzen keineswegs eine physiologische Unmöglichkeit ist, sondern dass den beiden Herzhälften sogar ein nicht unerheblicher Grad von Selbständigkeit hinsichtlich ihrer Thätigkeit zukommt.

Beim Hinblik auf diese Selbständigkeit in der Contraction der Herzhälften „trotz gemeinsamer Muskulatur“ darf übrigens nicht unberücksichtigt bleiben, aus wie kleinen Segmenten sich die Herzmuskelfaser zusammensetzt.

Nach den angeführten Beobachtungen an Kaninchen und Hunden im Zusammenhange mit den Angaben über die Erscheinungen bei der gewöhnlich mit Zeichen von Dyspnoe einhergehenden Hemisystolia cordis am Menschen erscheint es mir durchaus wahrscheinlich, dass die letztere durch eine auf das linke Herz beschränkte, oder wenigstens vorzugsweise an diesem sich abspielende Unregelmässigkeit in der Schlagfolge bedingt ist. Es dürfte sich dies in geeigneten Fällen durch gleichzeitige Verzeichnung des Arterien- und Venenpulses mittels Transmissionsphygmographen auf langem berusstem Papier vollständig sicherstellen lassen, da Unregelmässigkeiten des Herzschlages innerhalb eines längeren Zeitraumes gewöhnlich wechseln, beziehungsweise Perioden rhythmischer Thätigkeit interferiren, und die Betrachtung der beiden Curvenreihen unter solchen Verhältnissen insbesondere an den Stellen, wo die unregelmässigen in regelmässige Pulse übergehen, sowohl die Bedeutung der scheinbaren Pulsintermissionen an den Arterien ergeben, als die Frage nach der Mitbetheiligung des rechten Ventrikels an diesen Unregelmässigkeiten lösen dürfte. Bedingungen für das Eintreten solcher Unregelmässigkeiten sind ja in den Fällen von Hemisystolia cordis in den bestehenden Herzfehlern, in der meist ausdrücklich hervorgehobenen Dyspnoe und in der kaum minder oft erwähnten Darreichung von Digitalis zur Genüge gegeben gewesen, und der Umstand, dass die Hemisystolie nur zeitweilig beobachtet wurde, beziehungsweise mit dem Auftreten hoher rhythmischer Pulsfrequenz an der Arteria radialis verschwand, spricht gleichfalls zu Gunsten der oben angeführten Deutung dieser Erscheinung.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren, mit Ausnahme von Fig. 8, 11, Taf. II und Fig. 9, 10, Taf. V, die vom Hunde herstammen, rühren von Kaninchen her und sind, abgesehen von der mittels Quecksilbermanometer verzeichneten Fig 3 auf Taf. III mittels des Hürthle'schen Gummimanometers gewonnen. Die mit *c* bezeichneten Curven geben die Carotispulse wieder, die mit *p* bezeichneten die Pulmonalispulse.

Die auf der Abscisse verzeichneten niederen Striche markiren Secunden, die höheren durch einen zweiten Strich verbundenen den Zeitpunkt und eventuell die Dauer eines Eingriffes. Die in der nachfolgenden Erklärung der Figuren vorkommenden Bezeichnungen *V* — und *V*+ bedeuten Aussetzen und Wiederaufnahme der künstlichen Lüftung, *HA* zu und auf Verschluss und Öffnung der Hirnarterien, *Ao* zu und auf Verschluss und Öffnung der Aorta thoracica und *J* Reizung mittels des inducirten Stromes bei Verwendung von 1 Daniell und dem durch die Zahl angegebenen Rollenabstand.

Sämmtliche Curven sind von links nach rechts zu lesen.

Tafel I.

Fig. 1, 4, 5, 9. Beim ersten Zeichen *V* —, beim zweiten Zeichen *V*+.
„ 2. Beim ersten Zeichen *V* —, beim zweiten *HA* zu, beim dritten *HA* auf, beim vierten *V*+.
„ 3, 6, 10. Einblasen von Tabakrauch in die Nase beim spontan athmenden Thiere.
„ 8. Beim ersten Zeichen *Ao* zu, beim zweiten *Ao* auf.
„ 11. *V*+ nach vor Beginn der Figur anhebenden *V* —.

Tafel II.

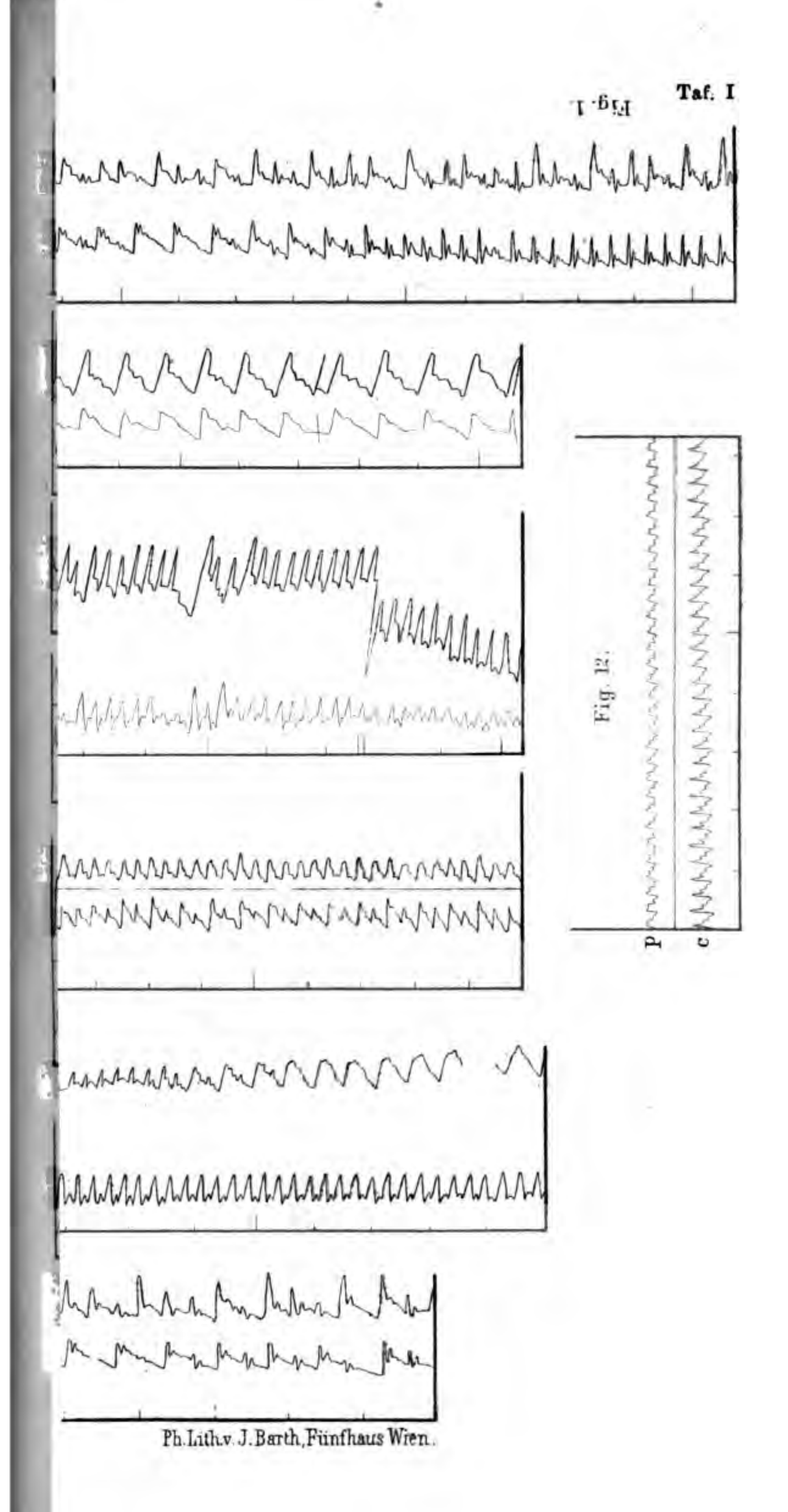
Fig. 1—4. Beim ersten Zeichen *HA* zu, beim zweiten *HA* auf.
„ 5. Vom ersten zum zweiten Zeichen Reizung eines peripheren Vagusstumpfes *I* 10.
„ 6. Dasselbe; beim ersten und zweiten Zeichen *J* 8, beim dritten *J* 6.
„ 7 und 12. Beim ersten Zeichen *A o* zu, beim zweiten *A o* auf.

Tafel III.

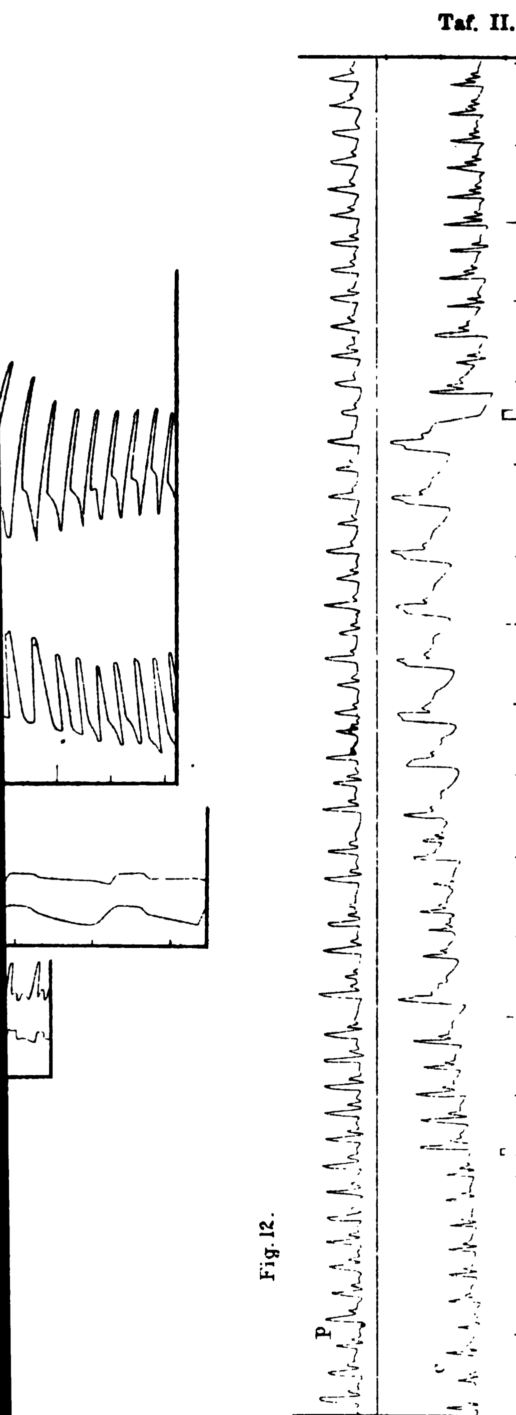
Fig. 1. Beim ersten Zeichen *H A* zu, beim zweiten *H A* auf.
„ 2. Beim Zeichen intravenöse Injection von 0, 125 Chloralhydrat.
„ 3. Beim ersten Zeichen *V* —, beim zweiten intravenöse Injection von Helleboreïn, beim dritten *V*+.
„ 4. Beim ersten Zeichen *A o* zu, beim zweiten *A o* auf.
„ 5. Vom ersten zum zweiten Zeichen Verschluss des Stammes der Arteria pulmonalis.

Tafel IV.

Die sämmtlichen Figuren geben die verschiedenen Erscheinungsformen der Ungleichmässigkeit des Herzschlages und der Incongruenz in der Thä-



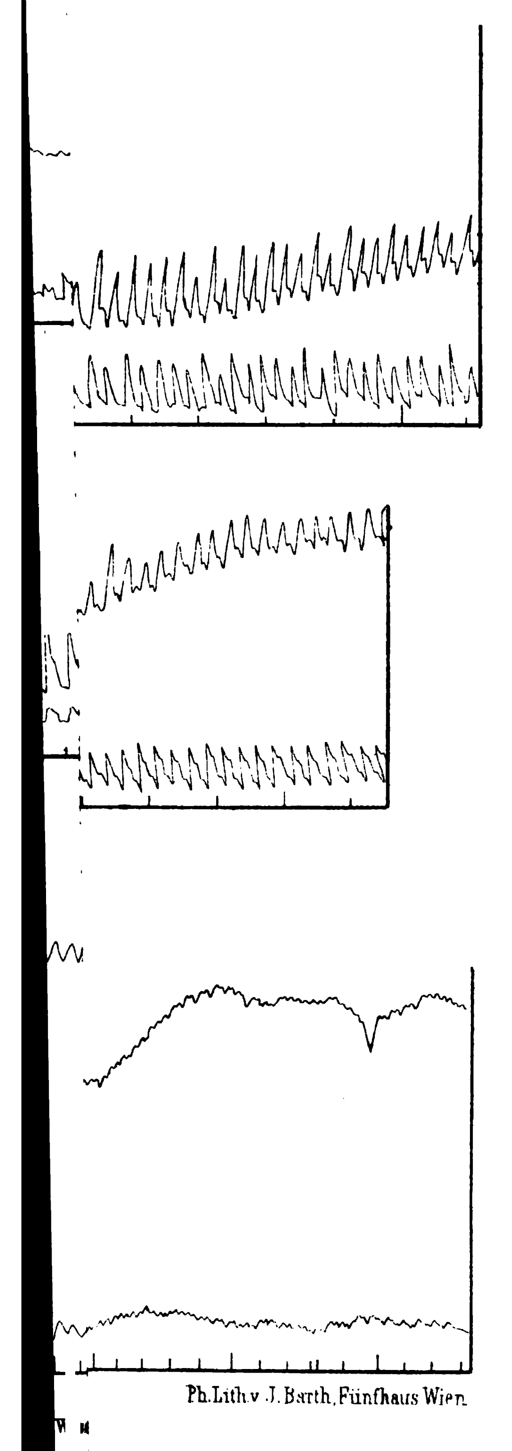
Ph.Lith.v. J. Barth, Fünfhaus Wien.



Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus-Wien

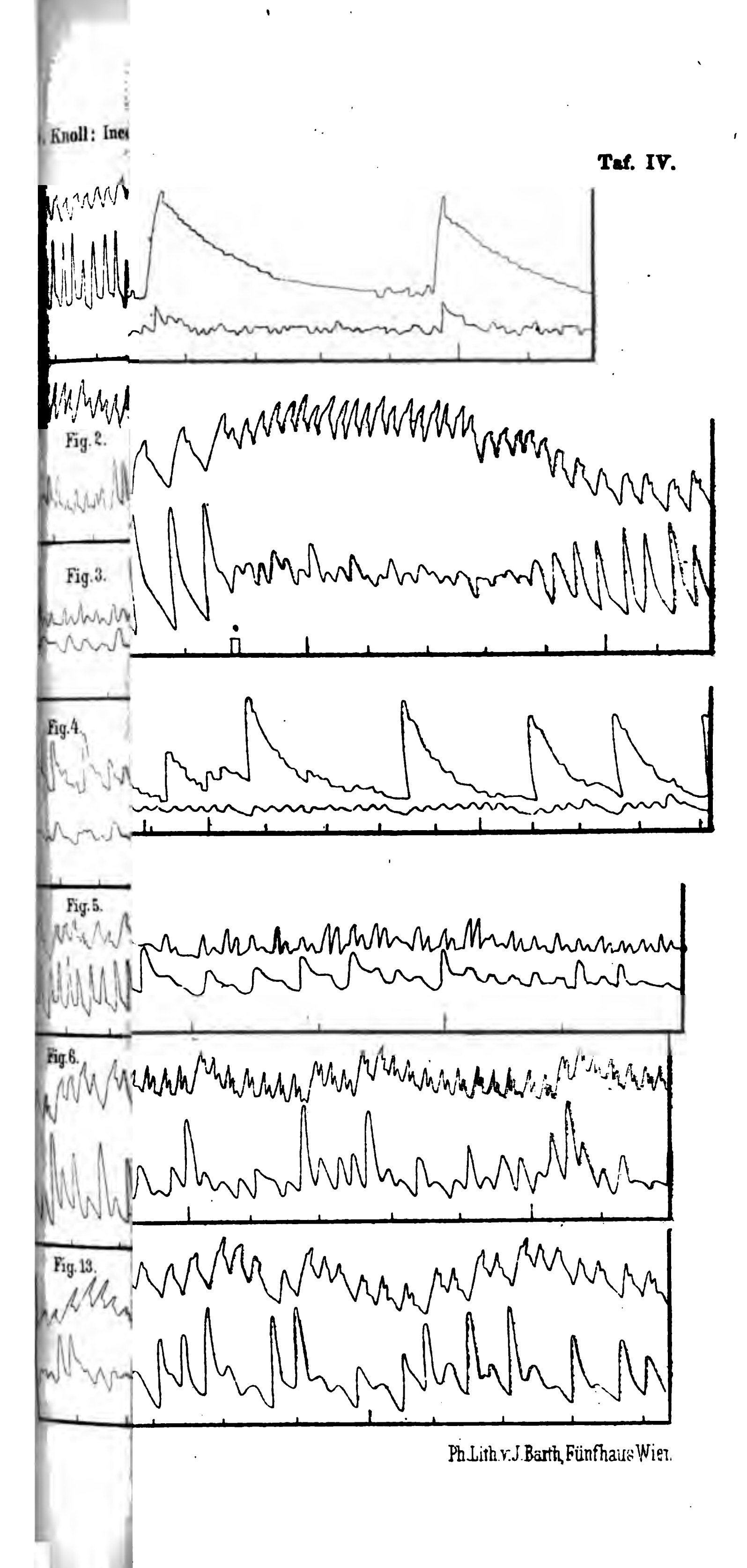
Wis

Taf. .III.

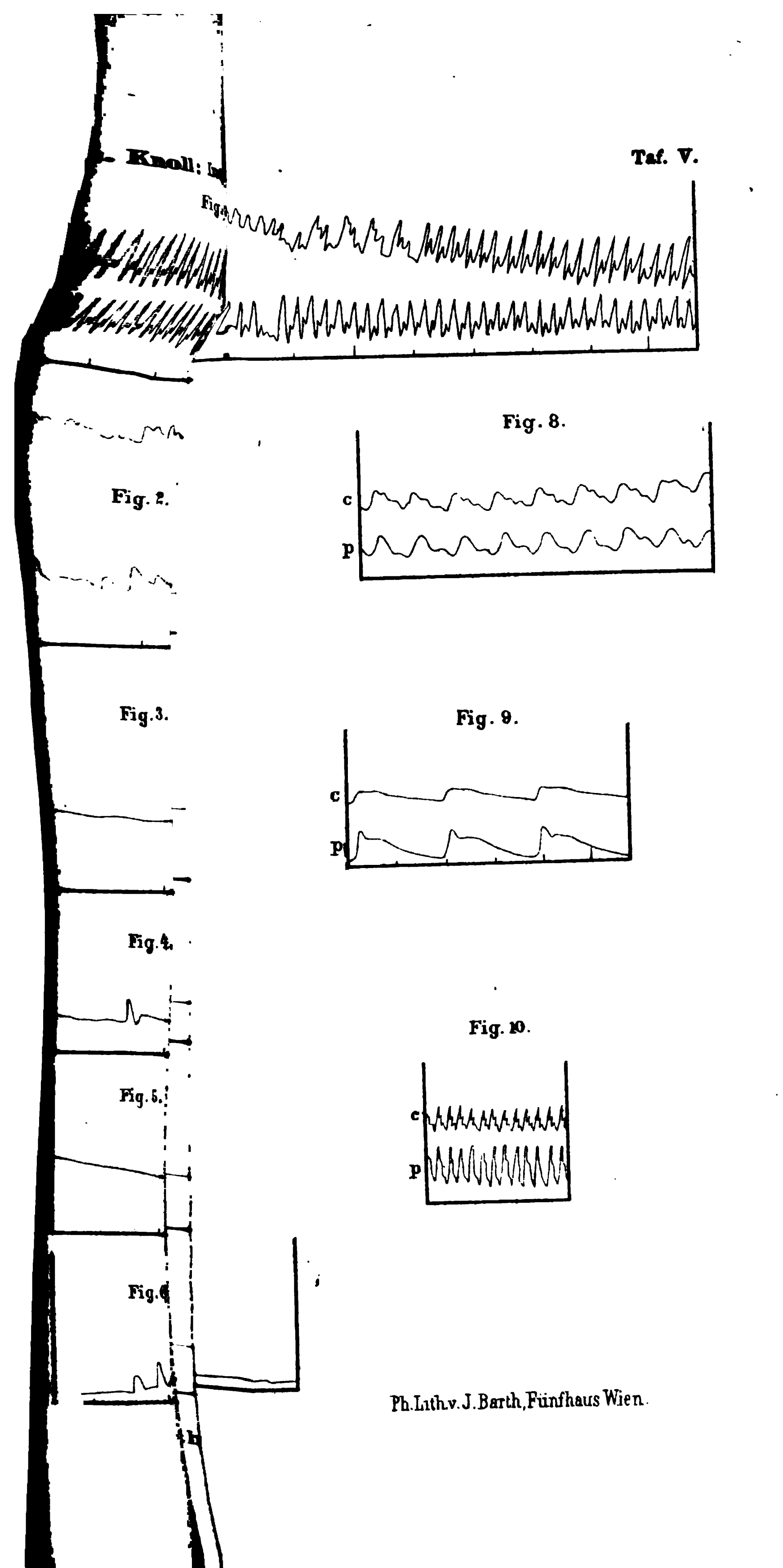


Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus Wien.

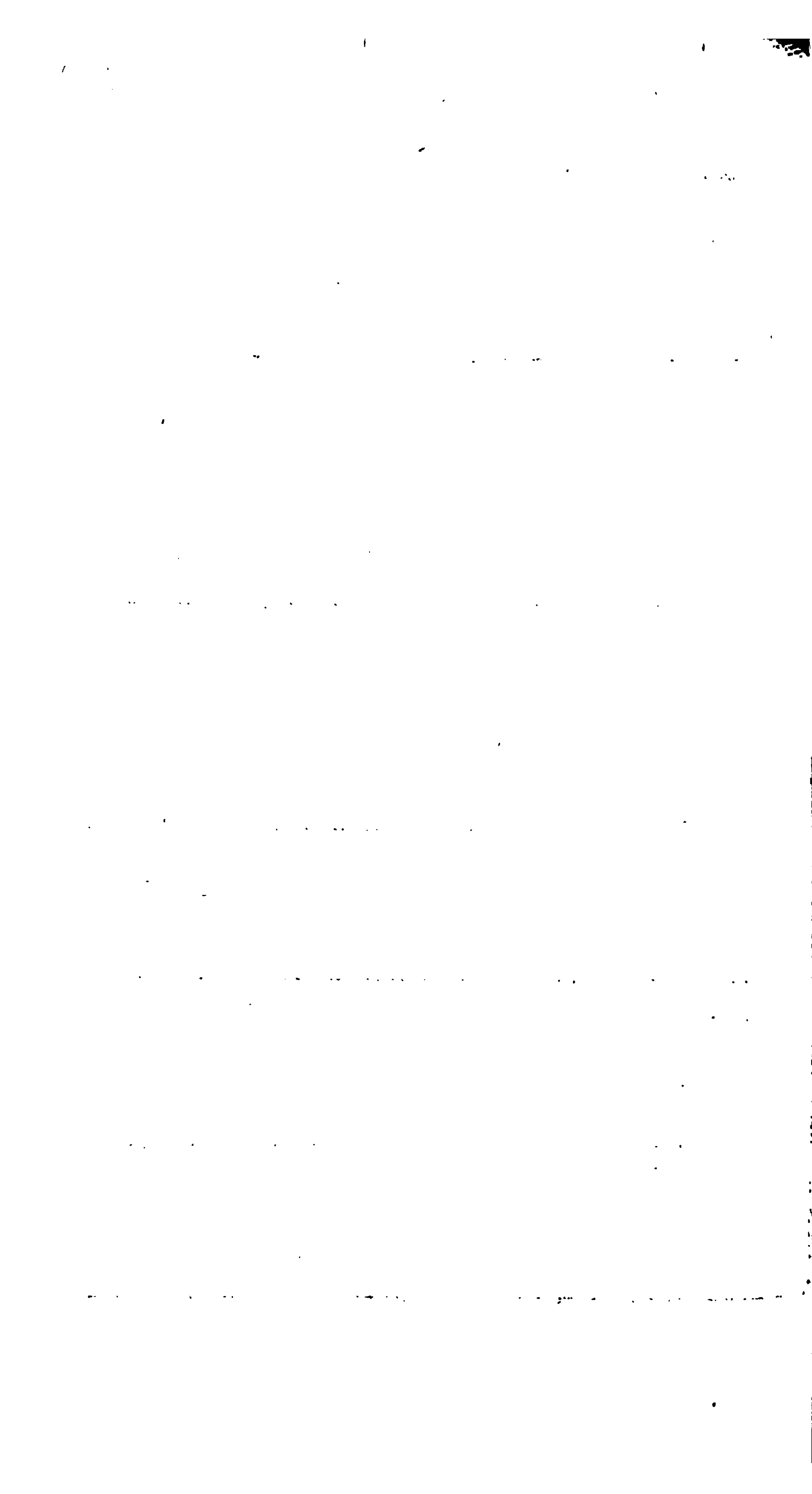
Taf. IV.

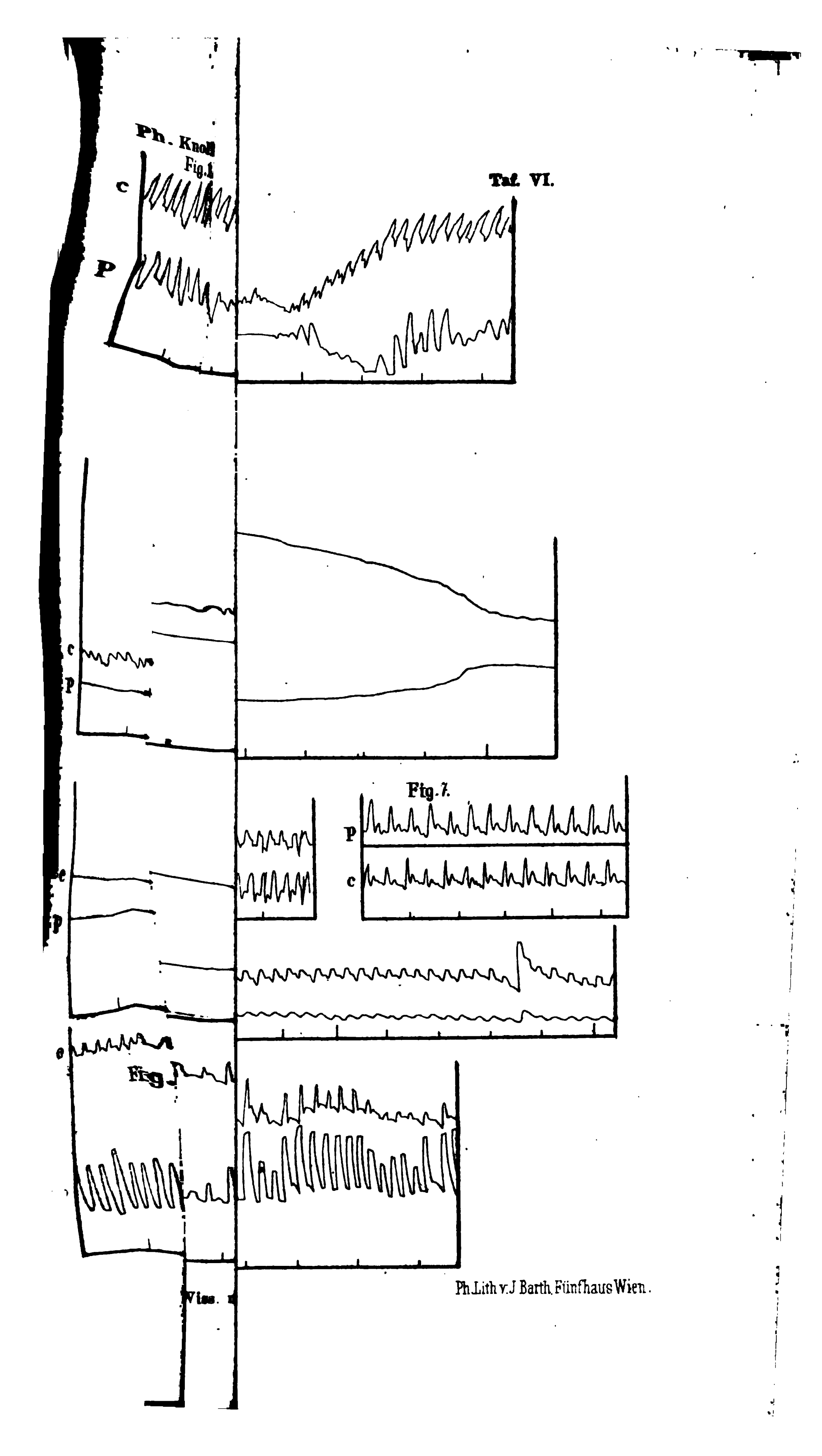


Ph.Lith.v.J.Barth, Fünfhaus Wien.



Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus Wien.




Ph. Knoll
Fig.
Taf. VI.
c
P
c
p
Fig. 7.
P
c
e
p
e
Fig
Wiss.
Ph. Lith v. J Barth, Fünfhaus Wien.

tigkeit der beiden Ventrikel bei Helleboreïnvergiftung wieder. Bei Fig. 8 markirt das erste Zeichen *V*—, das zweite *V*+.

Tafel V.

Fig. 1, 7. Beim ersten Zeichen *H A* zu, beim zweiten *H A* auf.

„ 2—6. Periodische Thätigkeit und Erlöschen des Herzschlages nach Helleboreïnvergiftung. Die Curven stammen von einem und demselben Thiere her.

Tafel VI.

Fig. 1—4. Periodische Thätigkeit und Erlöschen des Herzschlages nach Helleboreïnvergiftung. Fig. 1—3 von einem und demselben Thiere.

„ 6. Colossalpulse nach Helleboreïnvergiftung.

II. SITZUNG VOM 16. JÄNNER 1890.

Das Präsidium des Niederösterreichischen Gewerbe-Vereines in Wien ladet die kaiserliche Akademie zur Theilnahme an dem Jubiläum des fünfzigjährigen Bestandes dieses Vereines ein, welches am 28. Februar d. J. stattfinden wird.

Das Präsidium der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Preussen übermittelt die Einladung zu der am 22. Februar d. J. stattfindenden Feier des hundertjährigen Bestehens dieser Gesellschaft.

Herr Prof. W. F. Loebisch in Innsbruck übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Herrn Dr. Paul Mohr: „Über die Einwirkung von Anilin auf Benzolhexachlorid".

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Stereochemische Studien". I.

Der Vorsitzende Herr Hofrath Prof. J. Stefan überreicht eine zweite Mittheilung: „Über elektrische Schwingungen in geraden Leitern".

Herr Prof. Dr. Franz Toula überreicht seinen Bericht über die im Auftrage der akademischen Boué-Stiftungs-Commission ausgeführten geologischen Untersuchungen im östlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten.

III. SITZUNG VOM 23. JÄNNER 1890.

Der Secretär legt das Heft X. (December 1889), Schlussheft des X. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Die Commission für das Zweihundertjährige Jubiläum der Mathematischen Gesellschaft in Hamburg übermittelt die Einladung zu der am 15. Februar d. J. stattfindenden feierlichen Sitzung dieser Gesellschaft.

Das c. M. Herr Prof. G. v. Escherich in Wien übersendet eine Abhandlung von Dr. A. Schwarz, betitelt: „Zur Theorie der reellen linearen Transformationen und der Lobatschefsky'schen Geometrie".

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung des Herrn Edmund Jüssen in Wien: „Über pliocäne Korallen von der Insel Rhodus" vor.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Herrn Edmund Poppy, Ingenieur in Wien, vor, mit der Aufschrift: „Abhandlung über die Theorie selbstthätiger Ventile, mit besonderer Rücksicht auf das vom Verfasser erfundene und patentirte Ventil-System und dessen Anwendung bei der Construction schnell gehender Pumpen, Gebläse und Compressoren".

Das c. M. Prof. Victor v. Ebner in Wien überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Strittige Fragen über den Bau des Zahnschmelzes".

Herr Dr. L. v. Hepperger, Privatdocent für Astronomie an der k. k. Universität zu Wien, überreicht eine Abhandlung betitelt: „Integration der Gleichungen für die Störungen der Elemente periodischer Kometen von geringer Neigung durch die Planeten Erde, Venus und Mercur".

Strittige Fragen über den Bau des Zahnschmelzes

von

Prof. V. v. Ebner in Wien,
c. M. k. Akad.

(Mit 2 Tafeln.)

Aufgefordert, für das als Sammelwerk gedachte Handbuch der Zahnheilkunde, welches Herr Dr. J. Scheff herauszugeben im Begriffe ist, das Capitel „Histologie der Zähne" zu bearbeiten, fühlte ich bei den ersten vorbereitenden Schritten für meine Aufgabe, dass es nicht möglich sein würde, in einigen wichtigen, die Structur des Zahnschmelzes betreffenden Fragen eine bestimmte Meinung zu vertreten, ohne neue Untersuchungen anzustellen.

Da aber ein Handbuch nicht der passende Ort ist, um controverse Fragen auf Grund neuer Untersuchungen eingehend zu erörtern, entstand die vorliegende Abhandlung.

Einer der dunkelsten Punkte sind die im Jahre 1837 von Retzius[1] beschriebenen bräunlichen Parallelstreifen des Schmelzes. Alle Versuche, dieselben verständlich zu machen, sind bisher vergeblich gewesen, und es ist heute noch der Ausspruch Waldeyer's[2] gerechtfertigt, dass sich eine genügende Erklärung der bräunlichen Streifen nicht geben lasse. Es handelt sich aber dabei um ein relativ grobes, schon bei schwacher Vergrösserung auffälliges Structurverhältniss. Es wurde daher in erster Linie der Versuch gemacht, diesen strittigen Punkt aufzuhellen. Nicht minder unklar als die bräunlichen Parallelstreifen sind die Quer-

---

[1] Müller's Arch. 1837.

[2] Handbuch der Lehre von den Geweben. Herausgeg. von S. Stricker, S. 340.

streifen der Schmelzprismen, die ebenfalls bis heute nicht befriedigend erklärt sind. Um dieses Structurbild zu verstehen, schien es nothwendig, den inneren Bau der Schmelzprismen nach verschiedenen Richtungen zu untersuchen und insbesondere die Ätzerscheinungen, das Verhalten der Prismen gegen mechanische Eingriffe, sowie das Verhalten im polarisirten Lichte eingehend zu prüfen. Die von allen controversen Fragen der Schmelzstructur merkwürdigste, ist aber die Frage nach dem Verhalten des Schmelzes zum Zahnbeine und nach der Existenz von Canälchen im Schmelze. Gibt es Fortsetzungen der Zahncanälchen in den Schmelz, existiren im Schmelze besondere Canäle? In innigem Zusammenhange mit diesen beiden steht die ebenfalls in widersprechender Weise beantwortete Frage, ob zwischen den Prismen eine Kittsubstanz vorhanden ist oder nicht. Während die Frage nach der Bedeutung der Querstreifung der Schmelzprismen bis zu einem gewissen Grade von den anderen unabhängig ist, stellte sich im Verlaufe der Untersuchung heraus, dass die Frage nach der Existenz einer interprismatischen Kittsubstanz und nach dem Vorkommen von Hohlräumen in derselben in innigem Zusammenhange steht mit der zuerst aufgeworfenen nach der Bedeutung der bräunlichen Parallelstreifen von Retzius.

Bei dem vielfachen Ineinandergreifen dieser Fragen konnte es bedenklich erscheinen, bei der Darstellung der Resultate denselben Gang einzuhalten, welchen im Grossen und Ganzen die Untersuchungen genommen hatten. Indessen schien es doch von einem gewissen Vortheile, das etwas umfangreiche Capitel über die Retzius'schen Linien vorauszuschicken, um später den Gang der Darstellung feinerer Structurverhältnisse nicht mehr unterbrechen zu müssen.

Die Untersuchungen wurden grösstentheils an Menschenzähnen gemacht und wo nicht ausdrücklich von Thierzähnen die Rede ist, welche zur Aufklärung gewisser Punkte herangezogen werden mussten, beziehen sich die Angaben stets auf menschliche Zähne.

Dass ein besonderes Capitel über die Schreger'schen Faserstreifen handelt, dürfte vielleicht auffallen, da die Bedeutung dieser Streifen, als Folge schichtweise entgegengesetzter Verlaufsrichtung der Schmelzprismen, nicht zweifelhaft ist. Doch schien

es zweckmässig, auf die Eigenthümlichkeiten dieser Streifen desshalb einzugehen, weil dadurch am besten bewiesen werden kann, dass die bräunlichen Streifen von Retzius nicht durch ähnliche Ursachen, wie die Faserstreifen, bedingt sein können.

I. Die bräunlichen Parallelstreifen von Retzius.

Sie erscheinen an Querschliffen von Zahnkronen gewöhnlich der Oberfläche des Schmelzes parallel orientirt (Fig. 1); an Längsschliffen aber sind sie mässig, etwa unter Winkeln von 15—30° gegen die Zahnoberfläche geneigt (Fig. 2 und 3). Sie erreichen in der Regel nach der Richtung gegen die Zahnkrone die Schmelzoberfläche, verlieren sich jedoch in der Richtung gegen die Zahnwurzel meistens in der Tiefe, ohne die Grenze von Schmelz und Zahnbein zu erreichen. Die ganze Anordnung der Linien ist derart, dass sie, als Durchschnitte von Schichten gedacht, einer schichtweisen Ablagerung des Schmelzes ihre Entstehung verdanken könnten. In der That haben Retzius, Kölliker u. A. diese Annahme gemacht. Aber selbst wenn sie richtig wäre, klärt diese Annahme in keiner Weise das Structurverhältniss auf, welches die Sichtbarkeit der Streifen bedingt. In dieser Richtung sind verschiedene Erklärungsversuche gemacht worden. Retzius selbst äussert sich sehr vorsichtig und gibt nur vermuthungsweise an, die bräunlichen Parallelstriche könnten entweder von dem Zusammentreffen der Querstreifen übereinander liegender Schmelzprismen oder von einer eigenthümlichen Pigmentirung, wahrscheinlich aber von beiden Ursachen herrühren. Dass die Streifen durch Pigment bedingt seien, wurde seitdem oft behauptet; namentlich hat Hertz[1] diese Ansicht entschieden vertheidigt. Sehr reservirt äussert sich über die Pigmentnatur der Streifen J. N. Czermak;[2] er macht aber eine Bemerkung, welche, wie ich glaube, den Keim zu einer richtigen Erklärung der räthselhaften Linien enthält. Diese Bemerkung lautet: „Nur in einigen wenigen Fällen glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die beschriebenen Streifen nicht immer von einer eigen-

---

[1] Virchow's Arch., Bd. 37 (1866).

[2] Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. II (1850).

thümlichen physikalischen oder chemischen Beschaffenheit des Schmelzes herrühren, sondern dass sie manchmal auch durch sehr zahlreiche dünne Schmelzcanälchen, welche in einer dichten Reihe angeordnet sind, bedingt werden".[1] Kölliker[2] sieht in den Streifen Zwischenräume zwischen den Prismen und Baume[3] nimmt als Ursache der braunen Farbe Luft an. Gegen einen wirklichen Farbstoff spricht die bekannte, insbesondere von J. Kollmann[4] ausdrücklich gegen die Pigmentnatur der Streifen geltend gemachte Thatsache, dass dieselben nur im durchfallenden Lichte bräunlich, im auffallenden Lichte aber weiss erscheinen. Wahre Pigmentirungen des Schmelzes, wie sie z. B. bei den Nagezähnen des Eichhörnchens, des Bibers etc. vorkommen, verhalten sich aber ganz anders. In solchen Fällen wahrer Braunfärbung ist das Pigment diffus in gleichmässiger Vertheilung in der äusseren Lage des Schmelzes und erscheint deutlich braun nicht nur im durchfallenden, sondern auch im auffallenden Lichte. Der Umstand, dass die bräunlichen Parallelstreifen im auffallenden Lichte weiss, genauer gesagt in einem bläulichen Weiss, welches zu dem Braun im durchfallenden Lichte complementär ist, erscheinen, lässt kaum daran zweifeln, dass es sich um eine Interferenzerscheinung handelt, welche durch besondere Bedingungen für die Brechung und Reflexion des Lichtes im Bereiche der bräunlichen Parallelstreifen ihre Erklärung finden muss. Kollmann hat die Erklärung in Zickzackbiegungen der Schmelzprismen, welche auch von Czermak angenommen werden und welche — nach Kollmann — durch periodischen Druck während der Entwicklung des Schmelzes entstehen sollen, zu finden geglaubt.

Indessen steht auch diese Erklärung mit den Thatsachen nicht in genügender Übereinstimmung. An den fraglichen Stellen ist gewöhnlich nichts Auffälliges in Bezug auf den Verlauf der Schmelzprismen zu bemerken; bei der Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen findet man sie im Wesentlichen vor und nach der Durchsetzung der bräunlichen Streifen dieselbe Verlaufsrichtung beibehalten. An Querschliffen, seltener an Längsschliffen,

[1] l. c. S. 305.
[2] Mikroskop. Anat. Leipzig, 1852, II., S. 76.
[3] Odontologische Forschungen, Leipzig 1882, I. Bd., S. 121.
[4] Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. XXIII, S. 386.

erhält man manchmal den Eindruck, als lägen die Streifen an Stellen, wo scharfe Knickungen von Prismen vorkommen; allein eine genauere Untersuchung lässt, wenigstens in der Regel, sicher erkennen, dass es sich um Kreuzungen von Prismen handelt, die in übereinander liegenden Gürteln nach verschiedenen Richtungen ziehen. Zudem sieht man solche Bilder fast nur in den mittleren Schichten des Schmelzes; die äussersten Schmelzlagen, in welchen gerade die bräunlichen Parallelstreifen am schärfsten hervortreten, zeigen auch am Querschliffe meistens eine nur geringe Divergenz der Schmelzprismen.

Eine genauere Analyse der Erscheinungen ergibt zunächst, dass die fraglichen Streifen besonders deutlich an Schliffen von trockenen Zähnen zu sehen sind. Sie treten sowohl an polirten Schliffen, die ohne jede Flüssigkeit untersucht werden, hervor, als an Schliffen, die in Wasser, Glycerin, Ölen etc. oder in Canadabalsam oder Damarlack eingeschlossen sind. Die Lackpräparate zeigen sie besonders deutlich. Bei der Untersuchung mit schwachen Vergrösserungen erkennt man, dass die Streifen nahe der Oberfläche des Schmelzes besonders dunkel und deutlich sind, während sie in den tieferen Lagen des Schmelzes stellenweise mehr zurücktreten und häufig nicht bis an die Grenze des Zahnbeines zu verfolgen sind. Manchmal fehlen die Streifen auf grössere Strecken vollständig oder sie erscheinen streckenweise unterbrochen. Die Distanz der scharf hervortretenden Streifen ist eine wechselnde; gegen die Kaufläche, wo sie oft sehr spärlich sind, im Allgemeinen grösser, als gegen die Schmelzgrenze. An rein axialen Längsschliffen erhielt ich als Mittelzahlen von Stellen, wo regelmässiger angeordnete Streifen sich vorfanden, 13—50μ. Kölliker gibt 0·016—0·03 Linien an, das ist 36—68μ. Am unteren Theile der Krone sind die Streifen gegen die Oberfläche meistens am dichtesten gedrängt und am schärfsten hervortretend. Sie laufen in seichte Furchen aus (Fig. 2 und 3), die, wie schon Kölliker vermuthet, den Furchen, welche zwischen den feinen, querlaufenden Wülstchen an der Schmelzoberfläche sich befinden, entsprechen. Das ergibt sich daraus, dass die von Czermak[1] über die Distanz dieser — schon Leeuwenhoek bekannten —

[1] A. a. O. S. 297.

Wülstchen gemachten Angaben, mit den Befunden über die Distanz der Retzius'schen Streifen übereinstimmen. Am untersten Theile der Zahnkrone gehen nach Czermak auf eine Drittellinie 24—28 Wülstchen, woraus sich eine Distanz derselben von 27—31 μ ergibt. Misst man aber die Distanz der scharf markirten Retzius'schen Streifen am Längsschliffe in der genannten Gegend, so findet man sie im Mittel etwa zwischen 26—30 μ schwankend. Dies gilt nur für die bleibenden Zähne; den Milchzähnen fehlen mit den feinen Querwülsten der Schmelzoberfläche[1] auch die regelmässig geordneten dichtgedrängten Retzius'schen Linien.

Mit starker Vergrösserung erkennt man, dass die Retzius'schen Streifen in zwei Hauptarten und verschiedenen untergeordneten Formen auftreten (Fig. 3 und 4), die aber alle als gemeinsamen Charakter Spalten zwischen den Schmelzprismen aufweisen, welche mit einer schwach lichtbrechenden Substanz erfüllt sind. Dort wo die bräunlichen Streifen in hellen, durchsichtigen Schmelz übergehen, verlieren sich die Spalten und die benachbarten Schmelzprismen sind dann mit einer ziemlich stark lichtbrechenden Masse verbunden. Es muss hier vorläufig bemerkt werden, dass die Schmelzprismen nicht, wie das oft behauptet wurde, ohne jede nachweisbare Zwischensubstanz dicht aneinander liegen, sondern dass vielmehr zwischen den Schmelzprismen eine, wenn auch spärliche, an organischer Substanz aber relativ reiche Zwischen- oder Kittsubstanz vorhanden ist. In dieser Kittsubstanz, deren Dicke zwischen je zwei Schmelzprismen etwa 1 μ beträgt, liegen die erwähnten Spalten, deren Querdurchmesser jenem der Dicke der Kittsubstanz zwischen zwei Schmelzprismen wenig nachgibt. Die Spalten verhalten sich an Schliffen trockener Zähne wie lufterfüllte Räume. Sie erscheinen bei starker Vergrösserung schwarz bei hoher Einstellung; sie werden hell in röthlichem Tone bei tiefer Einstellung. Ihr Verhalten im auffallenden Lichte entspricht ebenfalls einem lufthaltigen Raume, sie erscheinen hell weiss. Gegen diese Erklärung scheint zu sprechen, dass Einlegen in Wasser, Glycerin, Alkohol und Öle etc. die lufterfüllten Räume nicht mit Flüssigkeit erfüllt, was bekanntlich bei den luftführenden Höhlen

[1] Czermak a. a. O.

und Röhrchen des Knochens und Zahnbeines bei trockenen Schliffen mehr weniger vollständig der Fall ist. Allein bei den lufterfüllten Spalten der bräunlichen Parallelstreifen wird das Eindringen von Flüssigkeit in der Regel dadurch verhindert, dass dieselben entweder nur nach einer Seite eine feine Öffnung haben, nach der andern aber blind endigen, oder wohl auch allseitig geschlossen sind. Es gibt übrigens doch ein Mittel die bräunlichen Parallelstreifen, beziehungsweise die in ihnen enthaltene Luft zum Verschwinden zu bringen. Dieses Mittel ist: Auskochen der Schliffe. Relativ rasch kommt man zum Ziele, wenn die Schliffe einige Stunden in Kalilauge gebracht werden, welche man auf dem Wasserbade erhitzt. Kochen der Kalilauge ist besser zu vermeiden, weil sonst die Schliffe zertrümmert werden. Durch einfaches Auskochen in Wasser bringt man die bräunlichen Streifen ebenfalls grösstentheils zum Verschwinden; doch trotzen einzelne, namentlich an etwas dickeren Schliffen auch tagelangem Kochen.

Die raschere und ausgiebigere Wirkung der Kalilauge beruht wahrscheinlich darauf, dass die interprismatische Kittsubstanz quillt, während gleichzeitig das Gas in den Spalten verdrängt und wohl auch theilweise absorbirt wird. Abgesehen von vereinzelten, lufthaltigen Spalten bleibt an den ausgekochten Schliffen von den bräunlichen Parallelstreifen im Allgemeinen nichts übrig, als eine helle Linie, deren Deutung später gegeben werden soll. Für den Gasgehalt der bräunlichen Parallelstreifen spricht ferner die Thatsache, dass an Schliffen von feuchten Zähnen, die auch während des Schleifens niemals trocken wurden, die bräunlichen Parallelstreifen fehlen, beziehungsweise ein ganz anderes Aussehen zeigen, als an trockenen Schliffen. An solchen Schliffen sieht man zwar auch bisweilen Spalten, aber sie sind nicht so schwach lichtbrechend und erscheinen daher auch nicht schwarz, beziehungsweise braun, wie an Trockenschliffen; sie zeigen, kurz gesagt, ein Ansehen, als wenn sie von einer Flüssigkeit erfüllt wären, die das Licht schwächer bricht, als die Kittsubstanz zwischen den Prismen. Es ist daher auf Grund der mikroskopischen Analyse die Ansicht wohl begründet, dass die bräunlichen Parallelstreifen trockener Schliffe auf gashaltigen, feinen Spalten zwischen den Schmelzprismen beruhen, welche am

feuchten Zahne mit einer mehr weniger flüssigen Substanz erfüllt sind. Im einfachsten Falle (Fig. 4, *c*) ist ausser den erwähnten Spalten zwischen den Prismen an den bräunlichen Parallelstreifen nichts zu sehen; die Prismen selbst erscheinen hell und durchsichtig, wie ausserhalb der bräunlichen Stellen. In anderen Fällen (Fig. 4, *b*) scheinen die Prismen selbst wie gebräunt; bei starker Vergrösserung sieht man eine Art dunkle Körnung auf den Prismen, welche bei schwacher Vergrösserung, wie eine diffuse Bräunung der Prismen erscheint. Bei stärkerer Vergrösserung ergibt sich, dass fein vertheilte Luft rings um die Prismen an den bräunlichen Streifen vorhanden ist, wodurch der Anschein entsteht, als wären die Prismen gefärbt. Solche Fälle scheinen Hannover [1] und Hertz vorzüglich berücksichtigt zu haben. Ein dritter Fall (Fig. 4, *a*) ist endlich der, wo zu der einen oder zu beiden erstgenannten Ursachen der Braunfärbung noch hinzukommt, dass längs einer grossen Strecke des bräunlichen Streifens Brüche der Schmelzprismen deutlich hervortreten. Diesem Falle, welcher der auffälligste von allen ist, begegnet man regelmässig an Längsschliffen nahe der Schmelzoberfläche, wo die Streifen am schärfsten sind. Die Querbrüche der Prismen sind fast ausnahmslos muschelig; die Kittsubstanz springt um das Bruchende vor, während die Mitte der Prismenfläche am meisten vertieft ist. Häufig erscheinen die neben einander liegenden Bruchenden der Prismen wie eingetiefte Stufen einer Treppe oder wie eine Art Zähnung. Auf diese Weise entstehen zahlreiche kleine, dicht aneinander gedrängte Gruben, welche wie Concavlinsen wirken, und daher einen ähnlichen Effect bedingen, wie total reflectirende, gashältige Räume. Die Wirkung dieser Gruben ist eine um so auffälligere, als der Brechungsquotient der Schmelzprismen ein sehr hoher, 1.6 übersteigender ist, wie hier vorläufig bemerkt sein möge. Es ist klar, dass diese zuletzt genannte physikalische Ursache, welche bei einem grossen Theile der bräunlichen Parallelstreifen eine wesentliche Rolle spielt, nicht zugleich mit den beiden andern zum Verschwinden gebracht werden kann. Die Wirkung der reihenweise geordneten Faserquerbrüche bleibt natürlich auch

[1] Abhandl. der Leopold. Karolin. Akademie der Naturf. Breslau und Bonn, 1856.

nach dem Auskochen bestehen und fehlt begreiflicher Weise auch an den Schliffen feuchter Zähne nicht, weil sie unabhängig ist von dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Luft in den Spalten der Kittsubstanz. Wo der Schliff muschelige Bruchflächen der Prismen längs der bräunlichen Parallelstreifen bewirkt hat, sind dieselben unmittelbar und leicht mittelst des Mikroskopes schon bei mittlerer Vergrösserung (System 7 Reichert, Apochromat 8 *mm* Brennweite etc.) zu erkennen. Hat man aber dieses Bild einmal eingehend studirt, dann gelingt es auch an den Stellen, wo längs der bräunlichen Parallelstreifen die Prismen fast glatt abgeschliffen sind, zu erkennen, dass auch hier Unterbrechungen der Prismen vorliegen.

Es wird dann die ganze Reihe der so mannigfaltigen Erscheinungsformen der bräunlichen Parallelstreifen der ersten Hauptart begreiflich. Die Braunfärbung der Parallelstreifen erster Art rührt von Luft her, die zwischen den Schmelzprismen in Spalten sich befindet, welche längs der reihenförmig angeordneten Schliffenden der Prismen an der Oberfläche des Schliffes münden.

Dass Luft in fein vertheiltem Zustande in engen Spalten, Röhrchen oder Bläschen bei durchfallendem Lichte einem Präparate, das bei schwächerer Vergrösserung untersucht wird, eine Braunfärbung ertheilt, ist eine Erscheinung, welche auch an geglühten Knochenschliffen[1] und an geglühten Skelettheilen von Kalkschwämmen und Echinodermen[2] etc. beobachtet werden kann.

Aus den Retzius'schen Streifen lässt sich die Luft durch Auskochen entfernen, und dann erscheint der Schliff nicht mehr braun, sondern farblos. Die Contouren der Prismenenden bleiben aber unter allen Umständen sichtbar, nur in verschiedenem Grade deutlich, je nachdem die Prismen mit muscheligem Bruche abgesplittert oder glatt abgeschliffen sind. Dass man an feuchten Schliffen keine „bräunlichen" Streifen, wohl aber farblose Streifen sieht, die in ihrer Anordnung den bräunlichen Streifen trockener Schliffe entsprechen, findet ebenfalls durch das Vorstehende seine Erklärung.

---

[1] v. Ebner, Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XXIX., S. 215 und 219.

[2] Derselbe, diese Ber., Bd. XCV, I. Abth., Jahrg. 1887, S. 117 u. f. und S. 142.

Da die bräunlichen Parallelstreifen der ersten Art durch eine Reihe von künstlichen Prismenenden bedingt sind, wird auch die Begrenzung der Streifen vollkommen begreiflich. Die Streifen sind dort scharf begrenzt, wo die Prismenenden liegen und von wo aus die Luft nach der Tiefe dringt; nach der entgegengesetzten Seite sieht man dagegen selten eine scharfe Grenze, weil die Stelle, bis zu welcher die Luft vorgedrungen ist, meistens wie verwaschen in die luftfreien Theile übergeht.

Das ausserordentlich wechselnde Ansehen der Streifen erklärt sich durch die mannigfaltigsten Variationen des Luftgehaltes. Bisweilen reicht die Luft nur wenige Mikren weit, oft aber ist sie so weit vorgedrungen, dass sie den nächstfolgenden Streifen untertieft und ausgedehnte Schmelzpartien so erfüllt, dass diese dunkelbraun bis fast schwarz erscheinen. Die den Bruchrändern der Prismen entsprechenden scharfen Grenzen sind in den oberflächlichen Schmelzlagen sowohl an Längs- als an Querschliffen fast ausnahmslos gegen die freie Zahnoberfläche gerichtet, während die verwaschene Grenze von dieser abgewendet und gegen die Zahnbeinseite gerichtet ist.

Seltener — relativ am häufigsten in den mittleren Schmelzlagen — trifft man auf bräunliche Streifen, welche ihre scharfe Grenze nach innen, die verwaschene aber nach aussen kehren, oder welche nach beiden Seiten verwaschene Grenzen zeigen (Fig. 3, *c*). Dieser letztere Punkt bedarf noch einer besonderen Besprechung.

Die bisher gegebene Erklärung der Retzius'schen Linien erster Art kommt im Wesentlichen darauf hinaus, dass die bräunlichen Streifen von Luft herrühren, welche von der Schliffoberfläche aus, längs abgeschliffener Schmelzprismen, nach der Tiefe verfolgt werden kann. Man sollte also in jedem Falle die Luft bis nahe an die Schliffoberfläche, bis zu den künstlichen Prismenenden verfolgen können. Durchmustert man aber eine Reihe von Zahnschliffen, so wird man immer und immer wieder zahlreichen Stellen begegnen, in welchen die bräunlichen Streifen augenscheinlich in der Tiefe liegen und durch relativ dicke, ganz intacte, luftfreie Schmelzschichten durchschimmern.

Nirgends sieht man an solchen Stellen an der dem Beschauer zugewendeten Schliffläche irgend etwas, was den Verdacht erwecken könnte, dass hier Luft mit der Schliffläche in Ver-

bindung stehe. Wird aber der Schliff umgedreht und die früher nach unten gewendete Schlifffläche nach oben gebracht, so kann man nun in vielen Fällen die Einbruchsstellen der Luft finden. Sind dieselben scharfkantige Prismenbrüche, so erkennt man sie wohl auch, ohne den Schliff umzudrehen, einfach durch Tieferstellen des Tubus des Mikroskopes; wenn das aber nicht der Fall ist, können solche durchscheinende braune Streifen so sehr den täuschenden Eindruck hervorrufen, als wäre die Substanz des Schmelzes ohne jede Beziehung zur Oberfläche gebräunt, dass nur die Betrachtung des Schliffes von der entgegengesetzten Seite Aufklärung bringt.

Es gibt aber unzweifelhaft auch Retzius'sche Streifen zweiter Art, welche mitten in der Substanz des Schliffes liegen und an welchen man weder an der oberen noch an der unteren Schlifffläche die Einbruchsstellen der Luft längs abgeschliffener Prismenenden constatiren kann. Derlei Streifen zeigen dann beiderseits eine verwaschene Grenze, und es muss für dieselben angenommen werden, dass sich in Folge eines Eintrocknungsprocesses im Innern des Schmelzes in der interprismatischen Kittsubstanz Spalträume in gewissen Zonen von Schmelzprismen gebildet haben.

Diese zweite Art von Retzius'schen Linien tritt ebenfalls in zwei untergeordneten Formen auf, welche den früher besprochenen der ersten Art analog sind. Erstens Streifen, an welchen die Spalten nur zwischen den Prismen zu sehen sind, die Prismen selbst daher farblos erscheinen, zweitens Streifen, an welchen die Luft die Prismen rings umgibt, so dass diese selbst gebräunt zu sein scheinen.

Die Streifen der zweiten Art sind es namentlich, welche beim Auskochen in Wasser am längsten widerstehen; es ist dies auch begreiflich, weil das in denselben enthaltene Gas nirgends direct mit der Oberfläche des Schliffes in Verbindung steht. Beim Auskochen in Kalilauge verschwinden diese Streifen der zweiten Art spurlos, da nach dem Verschwinden des Gases keine physikalische Eigenthümlichkeit mehr vorhanden ist, welche die Streifen — wie jene der ersten Art — noch erkennen liesse.

Verfolgt man die Streifen der zweiten Art auf längere Strecken, so sieht man sie häufig an irgend einer Stelle in

Streifen der ersten Art übergehen. Es ist ferner klar, dass durch fortgesetztes Schleifen bis in die Tiefe, in welcher ein Streifen der zweiten Art liegt, dieser schliesslich angeschliffen werden muss. Dann ist aus einem Streifen der zweiten Art ein Streifen der ersten Art geworden, und es ergibt sich somit, dass ein principieller Unterschied zwischen den beiden Arten der Streifen nicht aufgestellt werden kann und dass die oben festgehaltene Unterscheidung einen rein beschreibenden Zweck hat. Es folgt ferner aus dem Mitgetheilten, dass die Zahl der Streifen zweiter Art relativ umso grösser sein muss, je dicker der Schliff ist und relativ umso kleiner, je dünner derselbe ist. In Verfolgung des rein beschreibenden Weges werden wir nun schliesslich auf die Frage geführt, wie es zu den streifenförmigen Ansammlungen von Luft zwischen den Schmelzprismen kommt.

Es ist nun zunächst hier nochmals zu betonen, was ja schon von vornherein wahrscheinlich ist, dass frische, jugendliche Zähne, welche keiner Austrocknung unterlegen haben und bei welchen man auch während des Schleifens und Polirens das Trocknen vermeidet, keine deutlichen Retzius'schen Streifen aufweisen.

An so behandelten Schliffen sieht man da und dort Spalten im Schmelze, aber keine braunen Streifen, wohl aber jene Linien, welche den Contouren abgeschliffener Prismen entsprechen, wie sie nach dem Auskochen trockener Schliffe von den Retzius'-schen Streifen der ersten Art übrigbleiben. Es kann also kein Zweifel darüber sein, dass die bräunlichen Streifen nur eine Folge des Austrocknens sind.

Man könnte nun sagen, ja, wenn die braunen Streifen nur an trockenen Zähnen vorkommen, so sind sie ein Kunstproduct und haben daher weiter kein Interesse. Das ist aber jedenfalls ein nicht zu billigender Standpunkt; denn die eigenthümliche Anordnung und das regelmässige Auftreten der Streifen an trockenen Zähnen lassen keinen Zweifel darüber, dass das Erscheinen der Streifen durch das Austrocknen in irgend einer Weise von der Structur des Schmelzes im lebenden Zahne abhängen muss und dass mithin aus der Analyse dieser Streifen sich Schlüsse auf die Structur des Schmelzes ergeben müssen. Gewiss darf die Histologie die Untersuchung lebender Gewebe

nicht vernachlässigen; im Gegentheile soll sie Alles aufwenden, dieselbe möglichst zu vervollkommnen. Dessungeachtet ist es eine unbestreitbare Thatsache, dass die wichtigsten Bereicherungen unseres histologischen Wissens nicht aus der unmittelbaren Beobachtung frischer Präparate, sondern aus dem vorausgehenden methodischen Studium der Veränderungen geschöpft wurden, welche die Elementartheile und Gewebe durch verschiedenartige äussere Einwirkungen erleiden. Ohne solche Vorbereitung durch vorausgehendes methodisches Experimentiren ist die unmittelbare Untersuchung frischer Gewebe in der Regel wenig erfolgreich.

So selbstverständlich diese Bemerkungen zu sein scheinen, so halte ich dieselben trotzdem nicht für überflüssig, weil Heitzmann und seine Schüler diese Grundsätze histologischer Methodik nicht anerkennen.

Heitzmann meint: „Trockene Präparate, welche man früher ausschliesslich zur Untersuchung benützte, können wir blos als Mumien betrachten, in welchen das Gerüst der Kalksalze übrigblieb, während alle weichen Theile, der Sitz des Lebens, eingetrocknet und zerstört sind".[1] Und gleich darauf sagt uns sein Schüler Bödecker[2], die „beste Methode" für die Untersuchung der Zähne sei die Behandlung derselben mit $^1/_2$% Chromsäure. Es ist eine vollständige Verkennung der Sachlage, wenn man vergisst, dass eine Reihe der wichtigsten Thatsachen in der Histologie der Zähne gerade an trockenen Präparaten festgestellt wurden, und völlig unbegreiflich erscheint es, wenn ganz im Allgemeinen von einer besten Methode gesprochen wird. Es gibt keine absolut beste Methode in der Histologie, es gibt — und wird immer nur geben — Methoden, welche zur Klarstellung dieses oder jenes Structurverhältnisses relativ die besten sind.

Nach diesen Abschweifungen will ich wieder zur Frage zurückkehren, wie das Auftreten der Luft in den Retzius'schen Streifen mit der Structur des Zahnschmelzes zusammenhänge.

Es handelt sich zunächst darum, ob die bräunlichen Streifen erst durch das Schleifen entstehen oder ob sie in trockenen Zähnen, unabhängig von den Manipulationen, die gewöhnlich angewendet

---

[1] Mikroskopische Morphologie, Wien 1883, S. 629.

[2] Ebenda, S. 630.

werden, schon von vornherein vorhanden sind. Man kann mit Hilfe einer scharfen Knochenzange ziemlich leicht dünne Schmelzsplitter von gespaltenen Zähnen gewinnen, welche Längs- oder Querschnitte fast der ganzen Schmelzdicke darstellen. Solche Splitter sind — wenn die früheren Auseinandersetzungen richtig sind — von vornherein für die Beobachtung der Retzius'schen Streifen erster Art ungünstig, da die stets unebene Bruchfläche dieselben nicht leicht zur Anschauung bringen kann.

In der That muss man manchmal eine ganze Reihe von Splittern absuchen, ehe man gut erkennbare Streifen zu Gesicht bekommt. Trocken kann man solche Splitter nicht untersuchen, da die äusserst unebenen Oberflächen und die zwischen den oberflächlich gelegenen Prismen vorhandenen zahlreichen Spalten zu so zahlreichen Reflexionen und Brechungen des Lichtes Anlass geben, dass die Splitter fast durchaus schwarz erscheinen.

Durch Aufhellung mit Nelkenöl nehmen dickere Splitter eine gelbbräunliche Farbe an, die an dünnen Stellen und an den Rändern der Splitter meist vollständiger Farblosigkeit Platz macht. Die gelbbräunliche Farbe rührt auch hier von Luft her, die sich nicht verdrängen lässt, während an den ganz farblosen Stellen alle, früher Luft enthaltenden Spalten vom Öle erfüllt sind. An so behandelten Splittern sieht man nun oft, wenn auch bei Weitem nicht so häufig, wie an den Schliffen, gut ausgebildete bräunliche Parallelstreifen, und zwar sowohl solche der ersten, als der zweiten Art. Erstere relativ selten, weil, wie gesagt, die Methode des Abspaltens für die Sichtbarmachung derselben ungünstig ist und dieselben nur dann auftreten können, wenn die Oberfläche des Splitters nicht gar zu uneben ist. Jedenfalls lässt sich constatiren, dass bräunliche Parallelstreifen im trockenen Zahne wenigstens theilweise schon vorhanden sind, wenn auch die Mehrzahl derselben wohl erst durch das Schleifen entsteht.

Die relative Seltenheit der Streifen an den Splittern beweist aber noch besser, als dies an den Schliffen constatirt werden kann, dass die bräunlichen Streifen nicht Durchschnitte von rund um den Zahn herumgehenden, braun gefärbten Schichten sind, sondern dass sie in der That nur Bänder von beschränkter Breite darstellen. Wäre dies nicht der Fall, so dürfte die Häufigkeit der

Streifen nicht durch die unebene Beschaffenheit der Oberfläche in so auffälliger Weise beeinflusst werden. An den Querbruchsplittern sieht man in der Regel gar nichts von bräunlichen Parallelstreifen, und es muss daher für die Streifen der Querschliffe angenommen werden, dass sie grösstentheils erst durch das Schleifen entstehen.

Macht man ähnliche Präparate von frischen, jugendlichen Zähnen, die sofort nach der Extraction in Wasser oder verdünnte indifferente Salzlösungen gebracht wurden, so findet man im Allgemeinen die Splitter farblos, auch wenn man sie in Wasser untersucht. Sie enthalten also keine Luft. Trotzdem sieht man auch hier manchmal Spuren von Retzius'schen Linien erster Art, welche wie an ausgekochten oder frischen Schliffen sich verhalten. Das Vorkommen reihenweise abgebrochener Prismen, an Splittern und an Schliffen, spricht dafür, dass den an einem radialen Längsschliffe aufeinander folgenden Prismenlagen eine gesetzmässig wechselnde Neigung zur Schmelzoberfläche in horizontaler Richtung zukommt, ohne dass die einzelnen Prismen Zickzackbiegungen ausführen. Dadurch wird die Anordnung der, die Oberfläche erreichenden Retzius'schen Linien im Allgemeinen begreiflich.

Ausser durch einfaches Trocknen an der Luft können die Spalten im Schmelze, welche zu den bräunlichen Parallelstreifen Anlass geben, auch durch längeres Liegen von Zähnen in starkem Alkohol auftreten. Denn man sieht an solchen, wenn auch nicht in so grosser Zahl wie an trockenen Zähnen, bei der Untersuchung in Wasser bräunliche Parallelstreifen. Man kann sich schwer etwas Anderes vorstellen, als dass in diesem Falle die Spalten durch Schrumpfung der interprismatischen Kittsubstanz entstanden sind. An einem Kieferstücke eines vierjährigen Kindes, das über ein Jahr in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt worden war, zeigten sich dagegen an keinem Zahne bräunliche Parallelstreifen, wenn das Trocknen beim Schleifen vermieden wurde; wohl aber war die ganze Schmelzoberfläche bis in eine gewisse Tiefe von interprismatischen Spalten durchsetzt, welche wohl ohne Zweifel durch das saure Chromsalz hervorgerufen wurden.

Nach diesen Auseinandersetzungen über die Bedingungen des Entstehens der bräunlichen Parallelstreifen in trockenen

Zähnen muss nun noch die Frage aufgeworfen werden, wie es kommt, dass die interprismatischen lufterfüllten Spalten eine bestimmte Anordnung zeigen. Offenbar müssen gerade jene Stellen der Kittsubstanz ganz besonders zur Spaltbildung disponirt sein und daher in irgend einer Weise von der übrigen Kittsubstanz verschieden sein. Der nächstliegendste Gedanke ist wohl, anzunehmen, dass die Kittsubstanz entweder an den Stellen der Streifen reichlicher oder aber weniger dicht, relativ wasserreicher sei als an anderen Stellen. Da das erstere — eine stärkere Anhäufung von Kittsubstanz — nicht nachweisbar ist, so ist wohl das letztere wahrscheinlich. Man könnte sich nun denken, übereinstimmend mit der Vorstellung, welche viele Forscher über die eigenthümliche Anordnung der Linien geäussert haben, dass bei der schichtweisen Ablagerung des Schmelzes während der Entwicklung periodisch dichtere und dann wieder weniger dichte Kittsubstanz gebildet werde. Allein gegen diese Vorstellung spricht, dass bei der Schmelzbildung nicht sofort schichtweise vollständig ausgebildeter Schmelz abgelagert wird, sondern dass die schon beträchtlich dicke Schmelzlage an den Zähnen neugeborener Kinder noch weit entfernt von der definitiven Ausbildung ist, da der Schmelz noch schneidbar ist, bis zu 22% organische Substanz enthält und positiv doppelbrechend ist, während der ausgebildete Schmelz sehr hart, arm an organischer Substanz (2—4%) und negativ doppelbrechend ist.[1] Diese längst bekannten Thatsachen sprechen zweifellos dafür, dass die Schmelzbildung nicht eine einfache schichtweise Ablagerung eines sofort vollständig ausgebildeten Gewebes ist, dass es vielmehr nach der ersten Anlage noch langer Zeit bedarf, bis durch molekularen Austausch nachträglich in den bereits angelegten Schmelz eindringender Substanzen, erst das definitive Gewebe gebildet wird. Es können daher die Bedingungen für die Entstehung der braunen Retzius'schen Linien erst in dieser späteren Periode der Entwicklung geschaffen werden, und man kommt vielleicht der Wahrheit nahe, wenn man sich vorstellt, dass die zur Entstehung der bräunlichen Linien Anlass gebenden Stellen solche sind, in welchen die Kittsubstanz auf einer relativ unentwickelten Stufe

---

[1] Vergl. insbesondere Hoppe in Virchow's Archiv, Bd. 24, S. 23.

stehen geblieben ist. Diese Vorstellung wird insbesondere durch die Beziehung unterstützt, welche die am schärfsten markirten und am regelmässigsten angeordneten bräunlichen Streifen zu den Wülstchen der Schmelzoberfläche zeigen. Die Wülstchen sind Stellen, an welchen die Prismen weiter hervorragen, daher wohl auch besser ausgebildet sind als in den dazwischen liegenden Furchen. Die Retzius'schen Linien münden aber in den Furchen und nicht an der erhabensten Stelle der Wülstchen. (Vergl. Fig. 3.)

Die Vorstellung, die Retzius'schen Linien seien eine Folge schichtweiser Schmelzbildung, wird völlig durch die Thatsache unmöglich, dass die bräunlichen Stellen keineswegs die Durchschnitte von den Zahn rings umgebenden Schichten sind, sondern Bänder von relativ geringer Breitenausdehnung.

II. Die Schreger'schen Faserstreifen.

Im Anschlusse an die ausführliche Besprechung der bräunlichen Parallelstreifen möge noch der zweiten Art grober Streifen gedacht sein, welche im Schmelze vorkommen, und welche unter dem Namen der Schreger'schen Faserstreifen[1] bekannt sind. Kölliker[2] beschreibt das diesen Streifen zu Grunde liegende Structurverhältniss folgendermassen:

„Eigenthümlich sind Kreuzungen der Schmelzprismen, die in den Ebenen der Zahnquerschnitte in der Weise statt haben, dass nicht einzelne Fasern, sondern ganze gürtelförmige Lagen derselben, entsprechend feinen, auch äusserlich sichtbaren ringförmigen Linien von 180—260 μ Dicke in ganz verschiedenen, bei jeder Lage ringsherum gleichbbleibenden Richtungen, vom Zahnbeine bis zur äusseren Oberfläche des Schmelzes ziehen, was senkrechten Schmelzschliffen, namentlich nach Befeuchtung mit Salzsäure ein eigenthümliches streifiges Ansehen gibt, indem an solchen abwechselnd dunklere Querschnitte und hellere Längsansichten der Prismen zum Vorschein kommen.“ Diese kurze, die Hauptpunkte vollständig enthaltende Darstellung erklärt das Auftreten von zur Oberfläche annähernd senkrechten, alterni-

---

[1] Schreger in Isenflamm's und Rosenmüller's Beiträgen für für die Zergliederungskunst, Leipzig 1800, Bd. I, Heft 1.

[2] Gewebelehre, 5. Aufl., Leipzig 1867, S. 370.

renden Streifen von verschiedenem optischem Ansehen genügend, und es wäre daher hier keine Veranlassung, näher auf die Faserstreifen einzugehen. Wenn dies trotzdem geschieht, so gibt hiezu nur der Wunsch Anlass, durch die Besprechung derselben die Natur der Retzius'schen Linien in noch helleres Licht zu setzen. Es wurde früher erwähnt, dass J. Kollmann die Retzius'schen Linien durch eine von Knickuugen bedingte, entgegengesetzte Verlaufsrichtung der Schmelzprismen zu erklären suchte; es wurden auch die Gründe auseinander gesetzt, welche diese Annahme als unzutreffend erscheinen lassen. Die Schreger'schen Faserstreifen beruhen nun wirklich auf einer entgegengesetzten Verlaufsrichtung von Prismengruppen, und es ist daher von Interesse, die optischen Eigenthümlichkeiten derartiger Streifen näher kennen zu lernen.

Die Faserstreifen, welche Schreger an halbirten Zähnen abbildet, sind mit freiem Auge, bequemer mit einer Lupe, aber nur bei auffallendem Lichte sichtbar. Sie erscheinen ferner nur an Längsschliffen, nicht an Querschliffen. Die Streifen treten ferner nur dann mit grösster Deutlichkeit hervor, wenn die Richtung der Streifen mit der Reflexionsebene des Lichtes annähernd zusammenfällt. Unter diesen Umständen werfen die einen Streifen das Licht sehr stark zurück und erscheinen hell, während die anderen das Licht fast gar nicht zurückwerfen und daher dunkel erscheinen. Ertheilt man dem Schliffe eine Azimuthaldrehung von 180°, so erscheinen nun, wie J. N. Czermak[1] richtig angibt, die Streifen, welche vorher hell waren, dunkel, und umgekehrt die vorher dunklen hell. J. Kollmann[2] gibt an, dass die Faserstreifen ebenso wie die bräunlichen Parallelstreifen im auffallenden Lichte weiss, im durchfallenden aber braun erscheinen. Diess ist jedoch in dieser Allgemeinheit schon mit Rücksicht auf den eben erwähnten Befund Czermak's unmöglich. In der Regel sind ja die Faserstreifen im durchfallenden Lichte gar nicht sichtbar. Ausnahmsweise kommt es allerdings vor, dass der abwechselnden Reihe heller und dunkler Streifen im auffallenden Lichte eine ganz ähnliche Reihe brauner und heller Streifen im durchfallenden Lichte zu entsprechen scheint.

[1] A. a. O.
[2] A. a. O.

Eine genauere Untersuchung ergibt aber dann, dass diese Coincidenz nur eine zufällige ist, und dass auch in diesen Fällen die Braunfärbung im durchfallenden Lichte von Luft herrührt, welche in Gruppen, stellenweise unterbrochener, breiter, bräunlicher Parallelbänder ihren Sitz hat. Allerdings besteht hier insoferne ein Zusammenhang zwischen bräunlichen Retzius'schen Linien und den Faserstreifen, als die Luft meistens in diejenigen Faserstreifen reichlicher eindringt, in welchen die Prismen so durchschnitten sind, dass sie von der Schlifffläche aus gegen das Zahnbein in die Tiefe ziehen. Auf der anderen Seite ist aber dieser Zusammenhang wieder ein rein zufälliger, da ja bei einer Azimuthaldrehung von 180° die Vertheilung von hell und dunkel im auffallenden Lichte wechselt und daher die braunen Streifen im durchfallenden Lichte je nach Umständen einem hellen oder einem dunklen Streifen im auffallenden Lichte entsprechen können. Die hellen Faserstreifen sind durch Schmelzprismen selbst bedingt, welche das Licht stark reflectiren; kommt dazu noch Luftgehalt solcher Stellen, so wird der Reflex verstärkt. Ist aber die Luft in den dunklen Faserstreifen, so wird der Reflex der hellen Faserstreifen relativ schwächer erscheinen. Unter allen Umständen ist aber der Reflex der hellen Faserstreifen stärker als jener der Luft.

Bisweilen kommt es auch vor, dass die Anzahl der braunen Streifen, welche man im durchfallenden Lichte sieht, mit der Anzahl der hellen Streifen im auffallenden Lichte gar nicht stimmt; ja, in einem Falle, an dem Längsschnitte eines Molarzahnes, sah ich sogar im durchfallenden Lichte gerade die doppelte Anzahl brauner Streifen, als helle Streifen im auffallenden Lichte. In diesem Falle entsprachen bei einer bestimmten Stellung des Präparates die hellen Streifen im auffallenden Lichte, hellen Streifen im durchfallenden Lichte, welche zu beiden Seiten von schmalen braunen Streifen begrenzt waren, während mit der Mitte des dunklen Streifens im auffallenden Lichte wieder ein heller Streifen im durchfallenden Lichte zusammenfiel. Die völlige Unabhängigkeit der Schreger'schen Faserstreifen von irgend einer Braunfärbung geht übrigens am einfachsten aus dem Verhalten ausgekochter Längsschliffe hervor, an welchen jede Spur von Braunfärbung verschwunden ist. An

solchen Schliffen sind die Faserstreifen noch immer deutlich zu sehen.

III. Die Querstreifen der Schmelzprismen.

Kaum weniger dunkel als die Natur der Linien von Retzius sind in ihrer Bedeutung die bekannten Querstreifen, welche man an den Schmelzprismen seit Langem kennt. Während Hannover, Kölliker und Hertz die Querstreifen als Ausdruck der schichtweisen Bildung der Prismen betrachten, findet Waldeyer diese Erklärung als unhaltbar, ohne selbst mit der Annahme, dass die Streifen durch Überkreuzungen der Prismen entstehen, eine genügende Erklärung zu geben. Kollmann behauptet, dass die Querstreifen an Zähnen, die noch in den Zahnsäckchen eingeschlossen sind, fehlen und erst nach dem Durchbruche auftreten, und nimmt in Folge dessen an, dass die Streifen durch mechanische Ursachen, durch das Kauen, erst secundär auftreten. Fast alle Beobachter heben die Inconstanz der Streifen hervor und betonen, dass man namentlich durch Salzsäure dieselben deutlich machen könne. Es ist auffallend, dass — wie es scheint — noch Niemand auf den naheliegenden Gedanken verfallen ist, dass die Streifen überhaupt erst durch Säuren sichtbar werden, dass sie mit einem Worte Ätzstreifen sind. Dieser Gedanke drängte sich mir bei der Untersuchung zahlreicher Schmelzsplitter der verschiedensten Zähne auf. Niemals sah ich an einem frischen gesunden Zahne, weder von Kindern, noch von jugendlichen Individuen, Querstreifen an den Schmelzprismen, wenn die Zähne nicht vorher mit Säuren oder sauren Salzen in Berührung gekommen waren. Allerdings sieht man an abgenützten Zähnen Erwachsener und bei cariösen Zähnen an anscheinend gesunden Stellen des Schmelzes Querstreifen nicht gerade selten, auch wenn man jede Anwendung einer Säure vermeidet; aber in solchen Fällen ist der Verdacht nicht ausgeschlossen, dass die Berührung mit Säuren schon in der Mundhöhle des Lebenden erfolgte, da Schmelz mit verletztem Schmelzoberhäutchen nicht undurchdringlich für Flüssigkeiten ist. Es kommt ferner manchmal vor, dass eigenthümliche Bruchflächen von Prismen das natürliche Vorkommen von Querstreifen, wie sie durch Säuren entstehen, vortäuschen, wovon später ausführlich die Rede sein soll.

Auch darf man sich nicht durch die Thatsache täuschen lassen, dass Lackpräparate von Zahnschliffen in der Regel die Querstreifen der Prismen überall mehr weniger deutlich erkennen lassen; denn Canadabalsam, Dammarlack, Terpentinöl etc. haben saure Reaction.[1]

Der nächste Gedanke war nun der, dass die Querstreifen der Schmelzprismen Ätzstreifungen seien, vergleichbar den Ätzstreifungen an Krystallen. Damit war die schon öfter aufgeworfene, aber jetzt ganz in den Hintergrund gedrängte Frage, ob die Schmelzprismen eine krystallinische Structur besitzen, neuerdings zu erörtern. Natürlich nicht in der Richtung, ob etwa die Schmelzprismen Prismen im Sinne der Krystallographie seien; denn darüber kann kein Zweifel sein, dass die Formbildung derselben das Resultat eines organischen Entwicklungsprocesses ist. Wohl aber ist von vornherein die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass die Schmelzprismen — unabhängig von der äusseren Form — eine krystallinische Structur besitzen, wie Wedl[2] annimmt. Diese Möglichkeit liegt nahe, da die Kalkskelete ganzer Thierclassen, deren zierliche Formen das augenfälligste Gepräge organischer Bildung an sich tragen, dennoch eine zweifellose krystallinische Structur besitzen. Dahin gehören die aus einer Varietät des Kalkspathes bestehenden Skelete der Echinodermen und der Kalkschwämme.[3] Aber eine noch viel näher liegende Analogie bietet die Prismenschicht gewisser Muschelschalen, die in ihrem Bau auffallend an die Schmelzstructur erinnert. Die Prismen der Schalen von *Anodonta* und *Pinna* haben aber, wie Leydolt und Rose[4] gezeigt haben, ebenfalls eine krystallinische Structur. Allerdings beziehen sich alle die genannten Fälle auf Bildungen aus kohlensaurem Kalke; analoge krystallinische Bildungen, in welchen dreibasisch phosphorsaurer Kalk die Hauptmasse bildet, wie in den Schmelzprismen, kennt

---

[1] Vergl. Smreker und Zoth: Über die Darstellung von Hämoglobinkrystallen etc. Diese Berichte, Bd. XCIII, 1886, S. 133.

[2] Pathologie der Zähne, Leipzig 1870, S. 27.

[3] v. Ebner, diese Berichte, Bd. XCV, I. Abth., Jahrg. 1887, S. 55, wo auch die Literatur dieses Gegenstandes citirt ist.

[4] G. Rose, Abhandl. der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1858, Berlin 1859, S. 63.

man nicht. Immerhin fordern die angeführten Analogien auf, nicht leichthin über die Frage nach der krystallinischen Structur des Schmelzes hinweg zu gehen. Meine Bemühungen, eine krystallinische Structur der Schmelzprismen nachzuweisen, ergaben ein negatives Resultat.

Die anfängliche Annahme, dass die Querstreifung der Schmelzprismen einer reinen Ätzstreifung entspreche, liess sich schliesslich nicht erweisen; es ergaben sich jedoch Thatsachen, welche dafür sprechen, dass die durch Säuren darstellbaren Querstreifen wenigstens theilweise auf einer histologischen Structur der Prismen beruhen, welche mit Krystallstructur nichts zu thun hat. Die Querstreifung ist zunächst ein Zeichen der Anisotropie der Prismen, d. h. der ungleichen physikalischen Beschaffenheit derselben nach der Längs- und Querrichtung. Anisotropie kommt auch bei Krystallen vor, ist aber für sich allein kein Beweis krystallinischer Structur. Die Abgrenzung der Begriffe krystallinisch und anisotrop wurde bereits in einer früheren Abhandlung zu geben versucht.[1] Um die Querstreifung der Prismen mit Bestimmtheit auf eine krystallinische Structur beziehen zu können, müsste man neben den Querstreifen auch typische, auf ein bestimmtes Krystallsystem beziehbare Ätzfiguren von charakteristischer Form darstellen können. Dies wollte aber auf keine Weise gelingen. Es wurden zahlreiche Ätzungen an Schliffen und Splittern des Schmelzes und an isolirten Prismen mit verschiedenen Säuren versucht, aber niemals charakteristische Ätzfiguren erhalten. Die versuchten Säuren sind: Salzsäure, Salpetersäure, Chromsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Pikrinsäure. Mit allen diesen Säuren kann man Querstreifung erhalten, jedoch tritt dieselbe, was für ihre Natur als Ätzstreifung zu sprechen scheint, nicht immer in derselben Weise und überhaupt nicht immer auf. Manchmal kommt es vor, dass sich die Prismen lösen, ohne dass es zu einer deutlichen Querstreifung gekommen ist.

Sehr leicht erhält man, wie bekannt, die Querstreifung mit stark verdünnter Salzsäure. Beim Lösen eines Schmelzsplitters sieht man in der Regel zuerst spaltartige Räume zwischen den

---

[1] Diese Berichte, Bd. XCI, II. Abth., Jahrg. 1885, S. 34.

Prismen auftreten, während gleichzeitig auf den Prismen eine unregelmässige Fleckenzeichnung sichtbar wird. Diese Flecken sind aber von ganz unregelmässiger Form und obwohl sie, ihrer Entstehung nach, wie Ätzfiguren sich verhalten, so liessen sich doch niemals charakteristische Umrisse bemerken. Die Flecken häufen sich an bestimmten Stellen und fliessen dann zu queren Bändern zusammen, und damit ist die anfänglich nicht vorhandene Querstreifung gegeben. Die Querstreifung macht bald nach ihrer Entstehung den Eindruck, als ob, ähnlich wie bei den quergestreiften Muskelfasern, Scheiben stark und schwach lichtbrechender Substanz mit einander alterniren, indem die eine Art der Streifen bei hoher Einstellung matt, die andere stark glänzend erscheint (Fig. 5 u. 6.) Dieser optische Effect beruht aber auf einer ganz anderen Ursache als bei den Muskelfasern.

Die matten Stellen sind nämlich durch die Ätzung entstandene Concavitäten und wirken daher analog wie Concavlinsen, beziehungsweise wie eine schwach lichtbrechende Substanz, die stark glänzenden Streifen sind aber in Folge der geringeren Anätzung stehen gebliebene Convexitäten, welche analog wie Convexlinsen, beziehungsweise wie eine stark lichtbrechende Substanz wirken. Die Querstreifung ist im Beginne ihres Auftretens, wenn man am Contour der Faser die Concavitäten und Convexitäten noch kaum bemerken kann, am allerschönsten. (Fig. 5 und 6.) Im weiteren Verlaufe der Ätzung wird nun die relativ raschere Lösung der Substanz in den concaven Stellen immer ausgesprochener; die Prismen werden deutlich „varikös", und damit ist die physikalische Ursache der Lichtvertheilung, welche im Anfange noch zweifelhaft sein könnte, deutlich zu Tage getreten. Dass bei Salzsäurebehandlung variköse Prismen auftreten ist eine längst bekannte Thatsache.

Im Verlaufe der fortschreitenden Auflösung wird die Querstreifung während der Einschmelzung der Prismen zu immer dünneren, kantig zugespitzten Gebilden häufig desshalb undeutlicher, weil unregelmässig verlaufende, im Allgemeinen die Längsrichtung einhaltende Kanten im Fortschreiten der Ätzung auftreten. Schliesslich wird Alles mitsammt der Kittsubstanz, welche in Form zarter, häutiger Röhren etwas länger widersteht, als die Substanz der Prismen, aufgelöst. Man kann im letzten Momente

der Lösung oft deutlich bemerken, dass die den Verdickungen des varikös gewordenen Prismas entsprechenden Stellen einen Moment später gelöst werden, als die zwischenliegenden Stellen, und daher kurze Zeit als völlig isolirte Körner bestehen. Bei der Lösung von Schmelzsplittern in sehr verdünnter Salz- und Salpetersäure fehlt das Auftreten der Querstreifen fast nie; dagegen kann man mit stärkeren Concentrationen, sowie auch mit etwa 10% Chromsäure- und gesättigter Pikrinsäurelösung gar nicht selten eine Auflösung der Schmelzprismen beobachten, ohne dass es zu einer deutlichen Querstreifung kommt.

Die Distanz der Querstreifen ist keine absolut bestimmte; sie schwankt zwischen 2·2—4 μ, nach Kölliker zwischen 3 bis 4·5 μ; es kommen die mannigfaltigsten Bilder vor, so mitunter ein ziemlich regelmässiges Alterniren dickerer und dünnerer Ätzstreifen. Alles bisher Angeführte spricht dafür, dass die Querstreifung der Schmelzprismen eine reine Ätzstreifung ist. Sie würde sich durch die Annahme erklären lassen, dass Säuremoleküle, welche in Richtungen gegen die Schmelzprismen sich bewegen, durch welche sich eine zur Axe der Prismen senkrechte Ebene legen lässt, eine energischere lösende Wirkung ausüben als Säuremoleküle, die in anderen Richtungen sich bewegen. Eine durch solche Bedingungen hervorgerufene Querstreifung wäre ganz analog den Ätzstreifen, wie sie auch an der homogenen Substanz von Krystallen[1] vorkommen, und es scheint daher nicht wahrscheinlich, dass die Streifen in Folge einer besonderen histologischen Structur durch eine schon von vornherein vorhandene Differenz im Baue der rascher oder langsamer sich lösenden Stellen bedingt sei. Auffallend ist jedoch, dass oft an ganzen Reihen von Prismen die Ätzstreifen wie fortlaufende Querlinien erscheinen. Ferner spricht folgende Thatsache im Sinne einer präformirten Structur. An den noch wurzellosen und im Kiefer eingeschlossenen bleibenden Zähnen eines vierjährigen Kindes, insbesonders deutlich am ersten Praemolaris und am Eckzahne, beobachtete ich an Längsschnittsplittern des Schmelzes, welche

---

[1] Über die Ätzstreifungen der Krystalle verweise ich auf meine Abhandlung: Die Lösungsflächen des Kalkspathes und des Aragonites. Diese Berichte, Bd. LXXXIX, II. Abth. (1884), S. 368 und Bd. XCI, II. Abth. (1885), S. 760).

mit der Zwickzange abgesprengt wurden, Folgendes: Bei Zusatz verdünnter Salzsäure entstand Querstreifung bis unmittelbar unter das Schmelzoberhäutchen. Allmählig lösten sich die Prismen, es blieb aber noch durch einige Zeit ein organischer Rest sichtbar, der sich in den vom Oberhäutchen entfernten Partien wie gewöhnlich beim fertigen Schmelze verhielt, d. h. so, als ob leere Röhren von Kittsubstanz, in welchem die Prismen lagen, vorhanden wären, während unmittelbar unter dem Schmelzoberhäutchen nebst der Kittsubstanz auch noch ein zusammenhängender Rest organischer Substanz an Stelle der Prismen zu sehen war. Die unmittelbar unter dem Schmelzoberhäutchen zuletzt gebildeten Schmelzlagen verhielten sich in dieser Beziehung so, wie sich der Zahnschmelz neugeborener Kinder im Ganzen verhält, und es war also an diesen Zähnen des vierjährigen Kindes völlig fertiger Schmelz im Übergange zu noch unfertigem vorhanden. An der Übergangsstelle selbst bot sich nun ein höchst merkwürdiges Bild. Die leeren Röhren schlossen nicht unmittelbar an die anscheinend soliden an, sondern es schob sich dazwischen ein Abschnitt von leiterartigem Ansehen, an welchem die Röhren von einzelnen Querwänden durchsetzt waren, zwischen welchen völlig leere Stellen übrig blieben. Die Distanz der Querwände entsprach anscheinend der Distanz der Querstreifen der Prismen vor der völligen Lösung ihrer Kalksalze. Dieses Bild (Fig. 11) blieb nur kurze Zeit erhalten, indem schliesslich Alles, mit Ausnahme des Schmelzoberhäutchens, sich in der Salzsäure löste. Bei der Verkalkung der Schmelzprismen wird die organische Grundlage allmählig durch die Anhäufung der Kalksalze unkenntlich. Die beschriebene leiterartige Zeichnung spricht aber dafür, dass dies nicht gleichmässig geschieht, sondern in alternirenden Schichten, die in der Verkalkung nicht gleichen Schritt halten. Es wäre nun möglich, dass die durch Säuren auftretenden Querstreifen noch den letzten Resten dieser ungleichmässigen Verkalkung ihre Entstehung verdanken, obwohl man an dem völlig intacten Prisma keine Spur einer Schichtung oder Streifung wahrnehmen kann. Dieser Punkt sollte noch genauer untersucht werden.

Über die Verschiedenheit der Wirkung verschiedener Säuren sei nur Weniges bemerkt. Mit Ameisensäure erhält man vor dem,

übrigens nicht absolut constanten Auftreten der Querstreifung häufig sehr deutliche Fleckenzeichnung — Ätzflecken — von meist unregelmässigem, manchmal undeutlich viereckigem Umrisse. Leider können die Flecken wegen der Kleinheit der Prismen sich nicht ordentlich entwickeln, und es ist unmöglich, eine typische Symmetrie an ihnen mit Bestimmtheit nachzuweisen. Auch mit Chrom- und Pikrinsäure erhält man Ätzflecken. Ameisen-, Chrom-, besonders aber die Pikrinsäure haben gegenüber der Salz- und Salpetersäure den Vortheil, dass die organischen Reste des Schmelzes relativ länger erhalten bleiben. Schliesslich löste sich aber auch in dieser Säure alles auf.

Wenn wir die Erfahrungen über die Wirkung der Säuren auf den Zahnschmelz zusammenfassen, so können wir aus denselben keine sicheren Beweise für die krystallinische Structur, wohl aber für die ohnehin nicht zweifelhafte Anisotropie entnehmen. Auf Grund der Erfahrungen über die Wirkung der Säuren, die Möglichkeit einer krystallinischen Structur mit Bestimmtheit auszuschliessen, wäre aber desshalb nicht gerechtfertigt, weil das Ausbleiben von Ätzfiguren von typischer Krystallsymmetrie möglicher Weise nur auf dem für die Ausbildung der Figuren ungünstigen Umstande beruht, dass die Schmelzprismen höchstens einen Durchmesser von 6 μ haben.

IV. Die Bruchflächen der Schmelzprismen.

Wir wenden uns nun zu einer anderen, für die Beurtheilung der Schmelzstructur wichtigen Frage, nämlich, wie sich die Prismen in Bezug auf die mechanische Cohäsion und Spaltbarkeit verhalten. Wenn Schmelz in der Weise zertrümmert wird, dass man, wie ich es gewöhnlich that, mit Hilfe einer Knochenzange Splitter abspaltet, so erhält man fast regelmässig zweierlei Bruchflächen der Prismen: muschelige und ebene. Querbrüche der Prismen sind immer muschelig, meistens in der Weise, dass der tiefste Punkt der Mitte des Prismas annähernd entspricht, von welchem die gekrümmten Flächen gegen die Ränder des Prismas ansteigen. Muschelige Längsbrüche der Prismen, welche an den Rändern der Prismen in Zacken, manchmal auch in stellenweise ziemlich regelmässig aussehende Festonbildungen übergehen, sind ebenfalls häufig. Neben diesen muscheligen Bruch-

flächen finden sich aber auch ebene, welche stets stark geneigt gegen die Längsaxe der Prismen sind.

Diese ebenen Bruchflächen finden sich oft in grosser Zahl dicht neben einander und an zahlreichen Prismen so, dass dieselben eine ausgesprochene Schrägstreifung zeigen. (Fig. 8 und 10.)

Manchmal geben die Streifen, wenn an den Prismen kleine Splitter ausgefallen sind, den Contouren der Prismen ein gezähntes Aussehen. Die Enden der Prismen sind häufig durch ebene Bruchflächen schräg abgestutzt (Fig. 9 und 10). Sucht man den Winkel zu bestimmen, welchen diese ebenen Bruchflächen mit der Längsaxe der Prismen bilden, so findet man denselben sehr variabel, zwischen etwa 20—50° schwankend, oft nahe an 30°. Den wahren Winkel zu bestimmen, welchen diese ebenen Bruchflächen mit der Axe der Prismen bilden, war mir indessen bisher nicht möglich, weil ein genügender Anhaltspunkt für die Beurtheilung der richtigen Lage der Fläche bei der Messung nicht vorhanden ist. Zu einer richtigen Messung ist nothwendige Bedingung, dass die Bruchfläche vertical und die Axe des Prismas horizontal steht, oder anders ausgedrückt, dass sowohl die Axe des Prismas, als die Normale der Bruchfläche senkrecht auf der optischen Axe des Mikroskopes steht. Die Kleinheit der Bruchfläche, beziehungsweise der geringe Durchmesser der Prismen, macht es unmöglich, zu beurtheilen, ob diese Bedingung erfüllt ist, und es ist klar, dass bei einer successiven Drehung des Prismas um seine Längsaxe der scheinbare Winkel zwischen Bruchfläche und Prismenaxe sich fortwährend ändern muss. Steht die Bruchfläche so, dass ihre Normale mit der optischen Axe des Mikroskopes in eine verticale Ebene fällt, dann muss endlich die schräge Bruchfläche als eine Querlinie des Prismas erscheinen. In der That sieht man nun da und dort, aber nicht gerade sehr häufig, Prismen, welche mit dichtstehenden Querlinien besetzt sind (Fig. 7). Diese Querlinien sind falsche Querstreifen, welche nicht mit den durch Säuren entstehenden verwechselt werden dürfen, von welchen sie ihrer Natur nach ganz verschieden sind. Bei der aufmerksamen Untersuchung mit starken Vergrösserungen überzeugt man sich auch leicht, dass das mikroskopische Bild dieser Pseudoquerstreifen ein ganz anderes ist. Es sind dunkle, spaltartige, an den Rändern manchmal zwischen eine Zähnung

verlaufende Striche, zwischen welchen normale Prismensubstanz vorhanden ist; nicht abwechselnde, glänzende und matte Bänder, wie die wahren Querstreifen, welche durch Säuren entstehen. Mit schwacher Vergrösserung können diese falschen Querstreifen allerdings, wenn man ihre Herkunft nicht kennt, mit echten verwechselt werden, und dieser Umstand mag mitveranlasst haben, dass die ausschliessliche Entstehung der wahren Querstreifen durch Säuren übersehen wurde.[1]

Bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Verhältnisse zeigen sich also die ebenen Bruchflächen im Allgemeinen als Streifungen, und nur die diesen Streifungen parallelen, schrägen, ebenen Endbrüche der Prismen sind meistens der unwiderlegliche Beweis, dass es sich in der That um Bruchflächen handelt. Es scheint nach dem Vorausgehenden nicht ausgeschlossen, dass die ebenen Bruchflächen in einem constanten, vorläufig nicht näher bestimmbaren Winkel, zur Prismenaxe orientirt sind, wofür insbesonders die Thatsache spricht, dass die Bruchstreifungen, abgesehen von da und dort vorkommenden Übergängen ebener Bruchflächen in muschelige, an einem und demselben Prisma unter sich parallel sind.

Es wurde bisher absichtlich nur von ebenen und muscheligen Bruchflächen gesprochen; es ist aber nach dem Vorausgehenden naheliegend, die Frage aufzuwerfen, ob die ebenen Bruchflächen nicht Spaltflächen im Sinne der Krystallographie sind. Es scheint ja von vornherein befremdend, dass eine und dieselbe Substanz neben muscheligem Bruche noch eine zweite Art Bruch erkennen lassen soll. Dessungeachtet glaube ich, dass die ebenen Bruchflächen doch keine wahren Spaltflächen sind. Denn selbst wenn nachgewiesen wäre, dass die ebenen Bruchflächen constante Winkel mit der Axe der Prismen bilden, wäre dies noch immer kein ausreichender Beweis für eine krystallinische Structur der Prismen. Erst wenn gezeigt werden könnte, dass die ebenen Bruchflächen den Symmetrieverhältnissen eines bestimmten Krystallsystems entsprechen, wären sie wahre Spaltflächen und damit die Krystallnatur der Prismen erwiesen. Es ergab sich aber nicht

---

[1] Von einer anderen Art falscher Querstreifen, im Schmelze der Muriden, wird später (S. 41) die Rede sein.

der geringste Anhaltspunkt für eine solche Annahme, und es ist sehr wohl denkbar, dass die Lage der ebenen Bruchflächen selbst bei constantem Neigungswinkel eine beliebige sein kann, d. h. so, dass — das Prisma vertical gestellt gedacht — die Normale einer ebenen Bruchfläche in jedem beliebigen Azimuthe gelegen sein kann. Um diesen wesentlichen Unterschied ebener Bruchflächen und Spaltflächen im Sinne der Krystallographie noch schärfer hervorzuheben, mögen noch einige weitere Ausführungen folgen. Die ebenen Bruchflächen können wiederum lediglich nur Folge von Anisotropie ohne Krystallstructur sein. Eine mögliche Analogie bieten Leimplatten. Eingetrocknete Leimplatten sind anisotrop, aber nicht krystallinisch. Sie sind in den Richtungen senkrecht zur Fläche von anderer physikalischer Beschaffenheit als in den — im Allgemeinen unter sich gleichen — Richtungen parallel der Fläche. Zerbricht oder zertrümmert man Leimplatten, so brechen sie niemals, wie man von vornherein erwarten sollte, senkrecht zur Oberfläche, sondern stets schräge, mit oft fast ebenen Flächen, und zwar, an einer und derselben Leimplatte, unter ziemlich constantem Winkel. Die schrägen Bruchflächen können aber in jedem beliebigen Azimuthe entstehen. Wären die Bruchflächen wahre Spaltflächen einer krystallinischen Substanz, so dürften an einer optisch einaxigen Leimplatte, wie sie hier vorausgesetzt ist, nur entweder drei, beziehungsweise sechs, unter Winkeln von 60° oder vier unter Winkeln von 90° sich in der Oberfläche der Platte schneidende Spaltflächen auftreten. Trockene Platten aus arabischem Gummi — ähnlich anisotrop wie Leimplatten — brechen fast immer senkrecht zur Oberfläche mit oft weithin ebener Bruchfläche. Aber auch diese ebenen Bruchflächen unterscheiden sich dadurch wesentlich von einer Spaltfläche, dass sie in jedem beliebigen Azimuthe auftreten können.

Die besprochenen ebenen Bruchflächen und Streifen in Combination mit dem muscheligen Bruche erzeugen nun die mannigfaltigsten und oft schwer zu begreifenden Oberflächenbilder, auf deren weitere Analyse jedoch nicht eingegangen werden kann. Ätzt man Schmelzsplitter, an welchen die Prismen der Mehrzahl nach Schrägstreifung durch Bruch zeigen, so kommt häufig keine Querstreifung zu Stande. Die Säure dringt in die

bereits vorhandenen Bruchspalten und es kommt dann oft zur Lösung der Prismen, ehe Querstreifung auftritt.

Ein besonderes Structurverhältniss, das an fertigem Schmelze nicht zu beobachten ist, kommt am unfertigen Schmelze der Kinderzähne vor. Neben ebenen Schrägbrüchen findet man bei Zertrümmerungs- und Isolirungsversuchen gar nicht selten Schmelzprismen, welche der Länge nach in ein Büschel feinerer, nadelartiger Splitter oder sehr dünner Fasern zerfallen.

V. Die Doppelbrechung des Schmelzes und Zusammenfassung der Resultate über die Structur der Schmelzprismen.

Der entscheidende Punkt, welcher alle bisher besprochenen Erscheinungen der Anisotropie der Schmelzprismen nicht von krystallinischer Structur abhängig denken lässt, ist das höchst sonderbare, von Hoppe entdeckte Verhalten der Schmelzprismen im polarisirten Lichte. Jugendlicher Schmelz ist positiv einaxig doppelbrechend, fertiger Schmelz negativ einaxig. Durch Erhitzen wird aber fertiger Schmelz ebenfalls wieder positiv doppelbrechend. Von der Richtigkeit dieser durch Hoppe[1] festgestellten Thatsachen habe ich mich vollständig durch genaue Nachuntersuchung überzeugt; insbesondere lenkte ich mein Augenmerk auch darauf, ob etwa nicht bei der Umkehr der Doppelbrechung des Schmelzes durch Erhitzen die, durch das Erhitzen, auftretenden interprismatischen Spalten eine täuschende Interferenzwirkung bedingen. Ich konnte mich aber an isolirten Prismen überzeugen, dass in der That die Substanz der Prismen selbst durch das Erhitzen positiv doppelbrechend wird.

Zum Erhitzen benützte ich nicht wie Hoppe ein Kadmiumbad; ich erreichte meinen Zweck mit einem theilweise rothglühenden Platinbleche, auf welches ich die Schmelzstücke so legte, dass sie 1—2 *cm* von der Grenze der Rothgluth entfernt auf dem dunklen Theile des Bleches lagen. Eine interessante Frage, die ich noch offen lassen musste, ist, wann und wie die Doppelbrechung des Schmelzes bei der Entwicklung sich umkehrt.

---

[1] A. a. O.

Beim neugebornen Kinde und bei einem $2^1/_2$ Monate alten Kinde fand ich den Schmelz bei allen Zähnen positiv doppelbrechend. An den bleibenden Zähnen eines vierjährigen Kindes war aber bereits der Schmelz überall negativ doppelbrechend. Ich konnte bisher nicht ermitteln, ob es ein Stadium gibt, in welchem die Schmelzprismen in ihrem älteren Theile negativ, in ihrem jüngeren noch positiv doppelbrechend sind oder ob die Doppelbrechung sich allmälig oder plötzlich in der ganzen Länge der Prismen umgekehrt oder etwa positive und negative Prismen neben einander vorkommen. Diese für das innere Geschehen der Ausbildung des Schmelzes interessanten Fragen mögen sich übrigens so oder so beantworten; unter allen Umständen ist es undenkbar, dass die Doppelbrechung des Schmelzes von einer krystallinischen Structur bedingt sei; einigermassen begreiflich wird der räthselhafte Vorgang nur unter der Annahme, dass die Doppelbrechung durch Spannungen während der Entwicklung des Schmelzes zu Stande komme. Damit ist allerdings nicht absolut ausgeschlossen, dass die Prismen trotzdem krystallinisch sein können, da ja manchmal auch Krystalle durch Spannung während der Bildung doppelbrechend werden. Aber jedenfalls kann die Doppelbrechung des Schmelzes in keiner Weise für die krystallinische Structur desselben herangezogen werden, und insbesondere kann nicht daran gedacht werden, dass die Schmelzprismen etwa eine Varietät des krystallinischen Apatites darstellen, mit welchem der ausgebildete Schmelz anscheinend bezüglich der Härte und Doppelbrechung und bezüglich der chemischen Zusammensetzung nach den Untersuchungen Hoppe's insofern übereinstimmt, als der dreibasisch phosphorsaure Kalk im Apatite und im Schmelze annähernd in demselben procentischen Verhältnisse vertreten sind, während anderseits der Zahnschmelz eine beträchtliche Menge kohlensauren Kalkes enthält, der im Apatite vollständig fehlt. Immerhin schien es von Interesse, die Brechungsquotienten der Schmelzprismen zu bestimmen. Ich bediente mich zur Bestimmung des Brechungsquotienten für den stärker brechbaren, ordentlichen Strahl des negativen Schmelzes vom Erwachsenen des Mikrorefractometers von S. Exner.[1]

[1] Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. XXV, S. 97 und Repertorium der Physik, 1885, S. 555.

Es ergab sich, dass dieser Brechungsquotient für Natriumlicht vollständig übereinstimmt mit dem Brechungsquotienten des Schwefelkohlenstoffes bei circa 20° C. Also $\omega_D = 1.6277$. Für den Apatit ist aber $\omega_D = 1.6461$, also um 0·0184 grösser. Den Brechungsquotienten des ausserordentlichen Strahles bestimmte ich nur annähernd nach einem Verfahren, dessen ich mich schon früher zu anderen Zwecken bedient hatte,[1] nämlich durch Bestimmung der Dicke einer Schmelzschicht, welche bei gekreuzten Nicols eine bestimmte Interferenzfarbe gibt. Bedingung für die Genauigkeit dieses Verfahrens, mittelst welchem man die Differenz der Brechungsquotienten erhält, ist vollständiger Parallelismus der Schmelzprismen und gleichzeitig völlig horizontale Lage der Prismen. Die Bedingung ist nicht gerade leicht, an bleibenden Zähnen überhaupt nicht, zu erfüllen, da an etwas dickeren Schliffen nur selten ausgedehntere Stellen mit vollkommen parallelen Prismen sich finden, was bei der Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols in orthogonaler Stellung erkannt wird. Es ergab sich, dass Schliffe menschlicher Milchzähne von 0·11 bis 0·12 *mm* Dicke, welche die genannten Bedingungen erfüllten, zwischen gekreuzten Nicols Roth I. O. zeigten. Daraus berechnet sich die Differenz der Brechungsquotienten $\omega - \varepsilon = 0 \cdot 0042$ bis 0·0045, im Mittel also = 0·0043 und daraus der Brechungsquotient des ausserordentlichen Strahles $\varepsilon = 1 \cdot 6234$. Für Apatit ist aber $\varepsilon_D = 1 \cdot 6417$, also um 0·0183 grösser. Die Differenz der Berechnungsquotienten des Apatites ist = 0·0044, also jener des Schmelzes fast gleich, was natürlich, angesichts der Verschiedenheit der Brechungsquotienten selbst, nur ein bedeutungsloser Zufall sein kann. Die Brechungsquotienten des positiven jugendlichen Schmelzes, sowie jene des erhitzten Schmelzes sind merklich kleiner, als jene des unveränderten Schmelzes vom Erwachsenen. Genauere numerische Bestimmungen wurden nicht gemacht.

Fassen wir die über die innere Structur der Schmelzprismen gewonnenen Resultate zusammen, so ergibt sich:

1. Die definitiv ausgebildeten Schmelzprismen bestehen vielleicht durch und durch aus einer homogenen Masse.

---

[1] Diese Ber., Bd. XCVII, Abth. II (1888), S. 47.

2. Die Schmelzprismen sind anisotrop, aber wahrscheinlich amorph. Ein untrügliches Zeichen krystallinischer Structur ist an ihnen bisher nicht gefunden worden.

3. Die bekannten Querstreifen, welche durch Säuren sichtbar werden, sind das Resultat eines Ätzungsvorganges und lassen sich, nach analogen Erscheinungen an homogenen Krystallen, auch unter der Annahme begreifen, dass die Schmelzprismen durch und durch homogen sind. Doch deuten gewisse Erscheinungen bei der Auflösung von nicht völlig reifem Schmelze darauf hin, dass die durch Ätzung entstehende Querstreifung theilweise auf einer schichtweisen Verschiedenheit der Schmelzsubstanz beruhen kann.

4. Bei der Zertrümmerung der ausgebildeten Schmelzprismen entstehen zweierlei Bruchflächen: muschelige und ebene. Letztere sind oft in grosser Zahl an den Prismen vorhanden und die Ursache von Schrägstreifungen; mitunter auch von einer besonderen Art von Querstreifung, die mit den Querstreifen, welche durch Säuren entsteht, nicht verwechselt werden darf. Die ebenen Bruchflächen sind ein Zeichen der Anisotropie; aber wahrscheinlich nicht Spaltungsflächen einer krystallinischen Substanz.

5. Die optische Anisotropie der Schmelzprismen ist eine Folge von Spannungen während des Wachsthumes. Die Brechungsquotienten der Schmelzprismen sind beträchtlich kleiner (nahezu um 0·02) als jene des Apatites.

VI. Die Kittsubstanz des Schmelzes und das Schmelzoberhäutchen.

Im ersten Capitel musste zur Erklärung der Retzius'schen Linien wiederholt auf die mannigfachen, an trockenen Zähnen mit Luft sich füllenden Spaltbildungen zwischen den Schmelzprismen hingewiesen werden. Es wurde aber noch nicht eingehend die controverse Frage erörtert, ob die Spaltbildungen im Schmelze einfach dadurch entstehen, dass ohne Kitt aneinander stossende Berührungsflächen der Schmelzprismen auseinander weichen oder ob zwischen den Schmelzprismen eine von diesen differente Ausfüllungsmasse, eine Kittsubstanz, vorhanden ist, in welcher die Spalten entstehen. Ich glaube mich entschieden im letzteren Sinne aussprechen zu sollen.

Zunächst spricht für die Existenz einer Kittsubstanz die mit stärkeren Vergrösserungen an geeigneten Präparaten leicht zu constatirende Thatsache, dass die Schmelzprismen nicht mit einfachen Linien sich berühren, sondern dass zwischen ihnen ein zwar schmaler, aber immerhin messbar dicker, doppeltcontourirter Streifen einer das Licht schwächer, als die Prismen brechenden Substanz gelegen ist. Die Dicke des Streifens ist etwa 1 μ, jedenfalls nicht viel weniger, also immerhin merklich dicker als viele wohlbekannte histologische Formelemente, wie z. B. die Bindegewebsfibrillen. Zweitens spricht für die Existenz der Kittsubstanz das Verhalten des Schmelzes beim Auflösen in Säuren. Wenn man die Lösung von Schmelzsplittern unter dem Mikroskope verfolgt, so sieht man regelmässig, dass die Prismen von den Rändern aus, gewöhnlich unter Auftreten der früher ausführlich geschilderten Atzstreifung, allmälig schmäler werden und schliesslich spurlos verschwinden, während die Substanz zwischen den Prismen noch kürzere oder längere Zeit als ein System blasser, wie zerknittert aussehender Röhren sichtbar bleibt, bis sie schliesslich auch der Auflösung verfällt. Wendet man eine mit Salzsäure angesäuerte starke Kochsalzlösung, Ameisensäure, verdünnte, etwa einhalb- bis einpercentige Chromsäurelösung oder Pikrinsäure an, so erhalten sich diese Reste oft mehrere Minuten lang. Wären die Röhren einfach die Reste der peripheren Theile der Prismen selbst, so müsste man an ihnen, wenigstens unter günstigen Umständen, da und dort Trennungslinien bemerken, welche den Grenzen aneinander stossender Röhren entsprechen. Das gelingt aber nicht, man erhält vielmehr stets den Eindruck, dass die Wand zwischen je zwei Röhren eine durchaus einheitliche ist, welche nur jederseits gegen das Lumen der benachbarten Röhren, nicht aber zwischen denselben eine Abgrenzung erkennen lässt. Manchmal geschieht es, dass durch die Strömung der vom Deckglasrande zugeführten Säure plötzlich ein Paket halb gelöster Prismen aus einem Schmelzsplitter herausgerissen wird, welche sich alsbald spurlos lösen, während an der Stelle, wo die Prismen gelegen waren, die erwähnten Röhren zu sehen sind. Sieht man Querschliffe oder Querbrüche von Prismengruppen an, so erkennt man ein zusammenhängendes Netz von schwach lichtbrechender Substanz, in dessen Maschen die Prismen gleich-

sam hineingesteckt erscheinen, und es gelingt auch, dieses Netz — den optischen Querschnitt der früher besprochenen Röhren — durch Auflösung der Prismen in Säuren für sich zur Anschauung zu bringen.

Ich berufe mich, als Beleg für diese wichtige Thatsache, auf eine Abbildung von J. Tomes.[1] In derselben ist der nach Säurebehandlung übrig bleibende Rest des Querschnittes der Schmelzprismen als ein Netz dargestellt, in welchem durchaus keine, den Prismengrenzen entsprechenden Linien zu sehen sind. Ähnliche Abbildungen sind auch in dem Handbuche von Charles S. Tomes,[2] obwohl dort im Texte die verbreitete, aber mit den Abbildungen kaum vereinbare Auffassung vertreten wird, dass keine Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen existire.

Kurz, alle Erscheinungen sprechen dafür, dass zwischen den Schmelzprismen ein besonderer Kitt — analog dem Kitte der Epithelzellen — vorhanden sei, welcher sich zunächst durch sein optisches Verhalten und ferner dadurch von der Substanz fertiger Schmelzprismen unterscheidet, dass er in Säuren zu einer Zeit noch nicht gelöst ist, wo letztere bereits spurlos verschwunden sind. Über das optische Verhalten des Kittes sind noch einige Bemerkungen am Platze. Es wurde erwähnt, dass derselbe das Licht schwächer breche, als die Substanz der Prismen. Von diesem Thatbestande kann man sich nur dann überzeugen, wenn glatte Flächen der Prismen vorliegen. Hat man aber muschelige, concave Bruchflächen vor sich, so scheint oft das Gegentheil der Fall zu sein. Die Substanz zwischen den Prismen erscheint dann stark glänzend, während die Prismen matt erscheinen. Man darf sich aber dadurch nicht täuschen lassen. Die Lichtvertheilung wird dann dadurch bedingt, dass die gekrümmten Bruchflächen wie Concavlinsen wirken und nun gerade wegen des hohen Brechungsquotienten der Prismen so sich verhalten, als bestünden sie aus einer schwach lichtbrechenden Masse zwischen einem stark lichtbrechenden Geäder. Diese muscheligen Bruchflächen

---

[1] System der Zahnheilkunde, übersetzt von zur Nedden. Leipzig 1861, S. 243. Fig. 117.

[2] „Die Anatomie der Zähne etc.“, bearbeitet von L. Hollaender. Berlin 1877, S. 89, Fig. 20 und 21.

führen oft zu den täuschendsten Bildern, und ich kenne kein histologisches Object, bei dessen Untersuchung man sich in so hohem Masse fortwährend gegenwärtig halten muss, dass es bei kleinen Objecten mitunter sehr schwierig sein kann, den Wechsel von Erhöhungen und Vertiefungen von dem Wechsel stark und schwach lichtbrechender Substanz zu unterscheiden.

Wenn es nach dem bisher Bemerkten kaum zweifelhaft sein kann, dass zwischen den Prismen ein differenter Kitt vorhanden ist, so frägt es sich jetzt, woraus besteht der Kitt, ist er verkalkt oder nicht? Ich möchte mich für die Annahme entscheiden, dass der Kitt einmal der fast ausschliessliche Sitz der spärlichen organischen Substanz des ausgebildeten Schmelzes und jedenfalls relativ arm an Kalksalzen ist. Dafür spricht vor Allem das Verhalten gegen Säuren, welches in den Prismen des ausgebildeten Schmelzes — jugendlicher Schmelz verhält sich ganz anders — das Vorhandensein organischer Substanz nicht erkennen lässt, wohl aber in der Kittsubstanz zwischen den Prismen. Für die Armuth der Kittsubstanz an Kalksalzen spricht vor Allem das Verhalten der Zähne beim Trocknen. Wenn die diffusen Braunfärbungen von menschlichen Zähnen in und ausserhalb der Retzius'schen Linien nichts anderes als Luftansammlungen zwischen den Prismen sind, so ist dies nur unter der Annahme zu begreifen, dass zwischen den Prismen eine relativ weiche, wasserreiche Substanz vorhanden ist, an deren Stelle beim Eintrocknen theilweise Luft tritt. Wäre der Schmelz durch und durch gleichmässig verkalkt, so könnten beim Trocknen keine feinen Spalten, ja nicht einmal die so häufigen groben Sprünge auftreten, so wenig als an einem faserigen, nicht verwitternden Mineral, das an der Luft liegt. Weiter sprechen für den relativen Wasserreichthum der Kittsubstanz die Erscheinungen beim Erhitzen des Schmelzes. Erhitzt man Zahnschliffe so weit, dass das Zahnbein eine kohlschwarze Farbe annimmt, so findet man die Zwischenräume zwischen den Schmelzprismen überall viel schärfer und deutlicher, mag man was immer für eine Zusatzflüssigkeit anwenden. Dies wäre schwer begreiflich, wenn der Schmelz durch und durch verkalkt wäre, erscheint aber selbstverständlich, wenn eine relativ wasserreiche, der Austrocknung fähige, interprismatische Substanz existirt.

Noch bedarf die Frage der Besprechung, wie sich die Kittsubstanz des Schmelzes zum Schmelzoberhäutchen verhält. Was die Bedeutung des Schmelzoberhäutchens betrifft, so stelle ich mich auf die Seite Kölliker's, Kollmann's[1] und v. Brunn's[2] und betrachte dasselbe als ein Product der Schmelzzellen, als eine Cuticularbildung. Eine Zusammensetzung dieses dünnen, structurlosen Häutchens aus Zellen ist nicht nachzuweisen; wohl aber hängt dasselbe innig mit der Kittsubstanz der Schmelzprismen zusammen. Bei der Lösung in Säuren kann man die Röhren der Kittsubstanz in deutlicher Continuität mit dem Schmelzoberhäutchen sehen (Fig. 11); schliesslich löst sich freilich die Kittsubstanz vollständig auf, während das Schmelzoberhäutchen bekanntlich sehr widerstandsfähig gegen Säuren und Alkalien ist. Kittsubstanz und Schmelzoberhäutchen sind also chemisch verschieden, und wenn letzteres als hornartig bezeichnet wird, könnte man erstere als den löslichen Albuminaten nahestehend vermuthen. Histologisch sind aber die Kittsubstanz der Prismen und das Schmelzoberhäutchen continuirliche Bildungen.

Ganz anders als der fertige Schmelz verhält sich der noch optisch positive Schmelz neugeborner Kinder. Beim Lösen in Säuren bleibt nicht nur ein organischer Rest der Kittsubstanz, sondern auch ein organischer Rest der Prismen übrig. Dementsprechend erhält man beim Lösen in Säuren keine leeren, sondern von einer continuirlichen Masse erfüllte Röhren, so wie dies in Fig. 11 *b* an der dem Schmelzoberhäutchen anliegenden Stelle dargestellt ist. Die organischen Reste des jugendlichen Schmelzes sind auch viel widerstandsfähiger gegen Säuren, als jene des ausgebildeten. Diese histologischen Befunde sind in guter Übereinstimmung mit der durch Hoppe festgestellten Thatsache, dass im kindlichen Schmelze 15—22 $^0/_0$ organische Substanz vorkommen. Da der Schmelz des Erwachsenen nur 2—4 $^0/_0$ organische Substanz enthält, verschwinden also relativ 11—20 $^0/_0$ organischer Substanz. Ob dieses Verschwinden nur ein scheinbares, durch die allmählige Zunahme der Erdsalze ist, oder theilweise ein absolutes, dürfte schwer zu entscheiden sein.

[1] Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in München. Math.-phys. Cl. 1869, S. 162.

[2] Anatomischer Anzeiger 1888, S. 506.

zerfielen die Röhrchen nach und nach und lösten sich schliesslich spurlos auf.

Während die Zähne der ausgewachsenen Thiere, abgesehen von den Schmelzcanälchen, beim Lösen in Salzsäure keinen Schmelzrückstand erkennen liessen, zeigte der junge Zahn von *Macropus* ein analoges Verhalten wie ein Kinderzahn. Beim Lösen eines Schmelzsplitters blieb ein zusammenhängender Rest von organischer Substanz zurück, in welchem die Schmelzcanälchen enthalten waren. Da an Querschliffen von Schmelzprismengruppen, wie bei *Hypsiprymnus* und *Petaurus*, die Schmelzcanälchen zwischen den Prismen zu sehen sind, so sind offenbar im jungen Beutelthierschmelze die Canälchen in die interprismatische Kittsubstanz eingelagert.

Der Zusammenhang der Schmelzcanälchen mit jenen des Zahnbeines ist auch an Schliffen — mit einer später zu besprechenden Ausnahme — leicht festzustellen, und es waren namentlich die eigenthümlichen Anschwellungen der Röhren an der Grenze des Schmelzes gegen das Zahnbein, welche J. Tomes insbesondere von *Macropus* abbildet, sehr schön zu sehen. An den thatsächlichen Angaben des ausgezeichneten englischen Forschers kann also nicht gerüttelt werden.

Nach diesen Erfahrungen an den Beutelthieren untersuchte ich nun Nagethierzähne, an welchen das Vorkommen von Schmelzcanälchen durch J. Tomes[1] ebenfalls bekannt ist. Schmelzcanälchen, welche mit den Zahncanälchen zusammenhängen, sind allerdings nur beim *Jerboa (Dipus aegyptius)* sicher nachgewiesen. Es ist jedoch nicht schwierig, auch bei anderen Nagerzähnen Schmelzcanälchen aufzufinden, obwohl dieselben nicht so zahlreich und bei Weitem nicht so in die Augen fallend sind, wie bei den Beutlern. Meine Untersuchungen beschränkten sich auf wenige Typen (Kaninchen, Meerschweinchen, Hausmaus und Eichhörnchen) und nur auf wenige Zähne, und es ist mir nicht gelungen, an diesen Objecten den Zusammenhang von Zahn- und Schmelzcanälchen zu sehen; ja für die Backenzähne des Meerschweinchens und der Maus habe ich mich mit Bestimmtheit überzeugt, dass ein solcher Zusammenhang in einem grossen

[1] Philos. Transactions, 1850, Part II, p. 529.

Theile der Zahnkrone gewiss nicht vorhanden ist. Auf der anderen Seite ist aber sicher, dass es in den Nagerzähnen Schmelzcanälchen gibt, und diese Thatsachen scheinen den Schlüssel für das Verständniss der ganzen verwickelten Frage zu enthalten.

Bei den Mäusen kommt das eigenthümliche Verhältniss vor, dass aus nur einer einzigen oder wenigen Lagen paralleler Prismen gebildete Schichten, regelmässig alternirend, unter fast rechten Winkeln sich überkreuzen.

Wird die eine Prismenlage senkrecht durchschnitten, so wird die andere der Länge nach getroffen. Ein Stück eines so geführten Schliffes von dem Molarzahne einer Maus ist in Fig. 13 abgebildet. Derartige Bilder können, nebenbei bemerkt, auch eine Quelle der Täuschung bezüglich des natürlichen Vorkommens quergestreifter Prismen sein, da bei schwacher Vergrösserung die Reihe der querdurchschnittenen Prismen zwischen den Längsschnitten wie ein quergestreiftes Prisma erscheinen kann. Betrachtet man nun dieses Bild genauer, so erkennt man die Querschnitte der Prismen als symmetrische Sechsecke und in den einspringenden Ecken zwischen den Prismen kreisrunde Punkte, welche an trockenen Schliffen tief schwarz erscheinen und den Querschnitten von Schmelzcanälchen entsprechen. An Schliffen, welche die Prismenlagen der Länge nach oder schräg durchschneiden, erkennt man die Schmelzcanälchen als kürzere oder längere dunkle Striche (Fig. 13 *d* und Fig. 15 *a*). Ich bemerke noch, dass man an Präparaten, welche mit Carmin oder Eosin gefärbt wurden, sowohl am Schmelze der Beutelthiere, als an jenem der Nager, die Schmelzcanälchen deutlich roth gefärbt erhalten kann, während die Kittsubstanz der Prismen keine merkliche Färbung zeigt.

Was nun das Verhalten des Zahnbeines bei den Nagerzähnen anbelangt, so gibt es, wie gesagt, an denselben zweifellos Stellen, an welchen sicher kein Übergang der Zahncanälchen in die deutlich erkennbaren Canälchen des Schmelzes stattfindet. Eine solche Stelle wurde in Fig. 15 vom Molarzahne einer Maus abgebildet. Man konnte sich bestimmt davon überzeugen, dass die Zahncanälchen gegen die Oberfläche des Zahnes unter wiederholten Theilungen in ein feines Geäder ausgehen, welches sich in einer messbar dicken, vollständig von Canälchen freien, an-

scheinend homogenen Zahnbeinlage, welche mit ebener Fläche an den Schmelz angrenzt, mit blinden Enden verliert. Solche Stellen beweisen, wie ich glaube, unwiderleglich, dass es Schmelzcanälchen gibt, die ganz unabhängig von den Zahncanälchen entstanden sein müssen. Nachdem ich diese Erfahrungen an den Nagerzähnen gemacht hatte, sah ich nun die wenigen Schliffe von Beutlerzähnen, die mir zu Gebote standen, nochmals genau durch und fand nun auch am Zahnhalse des Molarzahnes von *Petaurus* (nicht deutlich bei *Hypsiprymnus* und *Macropus*) ein ganz analoges Verhalten, wie es eben von der Maus beschrieben und abgebildet wurde (Fig. 16 *d*), während am grössten Theile der Zahnkrone ein unzweifelhafter Übergang der Zahncanälchen in die Schmelzcanälchen vorhanden war (Fig. 16 *a*—*c*). Diese Befunde lassen es nun als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass Schmelz- und Zahncanälchen überhaupt unabhängig von einander entstehen. Diese Annahme hat schon Tomes gemacht,[1] der die Schmelzcanälchen vermuthungsweise aus in Röhren sich umwandelnden Schmelzzellen hervorgehen lässt. Auch die Thatsache, dass am Zahnhalse der Beutler die Verbindung von Schmelz- und Zahncanälchen fehlen kann, hat schon Tomes festgestellt.[2] Wie die Verbindung aber zu Stande kommt, darüber kann ich nur eine Vermuthung aussprechen. Sicher ist, dass bei der Entwicklung der Zahngewebe die Bildung der ersten Lagen des Zahnbeines stets der Bildung des Schmelzes vorausgeht. Ich vermuthe nun, dass ursprünglich überall das Zahnbein bei der ersten Bildung ähnlich beschaffen ist, wie es eben von der Maus beschrieben wurde.

Zu dieser Annahme führen vor Allem das Verhalten des Zahnbeines an den Wurzeln der Zähne bei den genannten Beutelthieren, insbesondere bei *Petaurus*, wo überall in ausgezeichnet schöner Weise das gleiche Verhalten an der Zahnbeinoberfläche zu sehen war, wie es eben von der Maus beschrieben und abgebildet wurde (vergl. Fig. 16 *e* und 15), ferner die Analogien mit der besser bekannten Knochenentwicklung, bei welcher man meistens bei der ersten Bildung eine homogene Grenzschicht beobachtet.

---

[1] Philos. Transact. 1849, S. 403.

[2] Philos. Transact. 1850, Part II, S. 529.

Ich glaube nun, dass in den Fällen, in welchen Übergänge von Zahncanälchen in Schmelzcanälchen vorkommen, der Schmelzbildung eine Resorption des primär gebildeten Zahnbeines vorausgeht, bis die Zahncanälchen eröffnet sind, und dass dann erst die Schmelzbildung beginnt, wobei die sich entwickelnden Schmelzcanäle im Anschlusse an die eröffneten Zahncanälchen entstehen. Die Resorption des Zahnbeines kann von den Schmelzzellen selbst oder vielleicht von dem in der ersten Bildung begriffenen Schmelze ausgehen. Das Alles sind nur Vermuthungen, die erst durch histogenetische Untersuchungen einen festeren Boden erhalten könnten; trotzdem scheue ich mich nicht, sie auszusprechen, weil sie mir wenigstens eine mögliche Erklärung des sonst völlig unbegreiflichen Structurverhältnisses zu enthalten scheinen.

Von diesen eben entwickelten Gesichtspunkten aus scheint mir auch die höchst eigenthümliche Verbindung von Zahnbein und Schmelz bei Menschenzähnen, welche von dem Verhalten der Beutler- und Nagerzähne völlig abweicht, begreiflich zu sein. Nach Schmelzcanälchen, wie sie in den letztgenannten Zähnen vorkommen, also präformirten, drehrunden Canälchen, welche den grössten Theil der Dicke des Schmelzes durchsetzen, sucht man in der Regel vergeblich; wohl aber findet man an jedem geeigneten Schliffe von Menschenzähnen da und dort Stellen, an welchen die Zahncanälchen ein kurzes Stück, höchstens 20—50 μ weit, manchmal noch unter dichotomischer Theilung in den Schmelz hineinragen (Fig. 12). Nirgends, auch gegen den Zahnhals nicht, konnte ich bisher an Menschenzähnen Stellen finden, wo alle Zahncanälchen, ähnlich wie bei Nagern, mit blinden Enden in einer unmittelbar unter dem Schmelze gelegenen homogenen Schicht sich verlieren; gewöhnlich reichen die Zahncanälchen, wenn sie nicht ein kurzes Stück in den Schmelz eindringen, mindestens bis knapp an den Schmelz, wo sie meistens wie abgeschnitten aufhören. Nimmt man nun die eigenthümliche Abgrenzung der Zahnbeinoberfläche hinzu, welche frappant an eine typische Knochenresorptionsfläche erinnert, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass bei den Menschenzähnen allgemein vor der Schmelzbildung eine Resorption des Zahnbeines erfolgt, durch welche die Enden der Zahncanälchen arrodirt und blossgelegt werden. Die Oberfläche des Zahnbeines unter dem Schmelze

der Menschenzähne ist stets mit rundlichen Gruben versehen, zwischen welchen firstartige Kanten gegen den Schmelz vorragen.[1] Es ist genau das Bild der Howship'schen Lakunen einer Knochenresorptionsfläche. Der Schmelz greift mit halbkugeligen Vorsprüngen in die Gruben des Zahnbeines ein und zeigt der Form nach dasselbe Verhalten, wie eine Knochenappositionsfläche. Mit Rücksicht auf diese Bilder, hat bereits Wedl eine Resorption vermuthet. Das Eindringen der Zahncanälchen in den Schmelz des Menschen wäre diesen thatsächlichen Befunden entsprechend vielleicht in etwas anderer Weise zu erklären, als bei Beutlern und Nagern, nämlich so, dass die im Schmelze befindlichen Stücke von Canälchen sich um Reste von Zahnfasern gebildet haben, welche bei der Resorption stehen geblieben sind. Selbstständige Schmelzcanäle, ohne Zusammenhang mit Zahncanälchen, wie sie bei den Nagern vorkommen, glaube ich an einigen Zahnschliffen vom Menschen gesehen zu haben, jedoch nur an beschränkten Stellen, gegen den zugeschärften Schmelzrand. In der Regel aber finden sich beim Menschen nur Spalten in der Kittsubstanz zwischen den Schmelzprismen, welche ohne typische Form sind und — abgesehen von pathologischen Bildungen — sämmtlich nur in Folge von Schrumpfung und Eintrocknung der im Leben wasserreichen Kittsubstanz zu entstehen scheinen. Man kann höchstens vermuthen, dass die in den Retzius'schen Linien so leicht auftretenden Spaltbildungen gleichsam rudimentär bleibende Ansätze zur Bildung von Schmelzcanälchen sind, wie sie bei Beutlern und Nagern zur vollen Entwicklung kommen.

Die durch die Untersuchung der strittigen Punkte gewonnenen Resultate möchte ich schliesslich in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

1. Die bräunlichen Parallelstreifen von Retzius beruhen auf dem Auftreten von Luft zwischen Reihen von Schmelzprismen an trockenen Zähnen. Sie sind bandförmig und nicht Durchschnitte rings um den Zahn gehender, braun gefärbter Schichten. Wo sie scharf begrenzt und regelmässig angeordnet sind, münden

[1] Die Oberfläche des Zahnbeines unter dem Cemente verhält sich ganz anders. Sie ist glatt und gewöhnlich mit einer homogenen Grenzschicht versehen.

sie in den Furchen zwischen den Querwülstchen der Schmelzoberfläche.

2. Echte Querstreifen der Schmelzprismen entstehen nur durch Säuren. Die Querstreifen sind also Ätzstreifen und vielleicht nur durch die Anisotropie der sonst homogenen Schmelzprismen bedingt (darüber vergl. die Zusammenfassung am Schlusse des V. Abschnittes, S. 88).

3. Zwischen den Schmelzprismen befindet sich eine kalkarme oder vielleicht unverkalkte Kittsubstanz, welche mit dem structurlosen Schmelzoberhäutchen zusammenhängt, von diesem aber durch die leichte Löslichkeit in Säuren verschieden ist.

4. Bei Beutelthieren und Nagern kommen echte, drehrunde Schmelzcanälchen vor, welche bei den Beutelthieren (*Macropus*, *Hypsiprymnus* und *Petaurus*) mit den Zahncanälchen zusammenhängen, bei einigen Nagern (*Mus*, *Cavia*) aber nicht. Die Schmelzcanäle der genannten Thiere verlaufen zwischen den Prismen und entstehen unabhängig von den Zahncanälchen. Der Schmelz der Beutelthiere ist positiv doppelbrechend. Beim Menschen dringen nur ganz kurze Stücke der Zahncanälchen in den Schmelz, während selbstständige Schmelzcanälchen in der Regel fehlen. Die Spaltbildungen im menschlichen Schmelze entstehen durch Eintrocknen oder Schrumpfung der interprismatischen Kittsubstanz.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Ein Stück vom Querschliffe eines Molarzahnes eines älteren Menschen Vergr.: 30.

a Schmelzoberfläche, *b* Grenze von Schmelz und Zahnbein, *c* Grobe, durch das Schleifen entstandene Sprünge.

Abgesehen von diesen Sprüngen *c* sind nur die Retzius'schen Linien dargestellt. Trockener Schliff in Canadabalsam.

Fig. 2. Ein Stück vom Längsschliffe eines bleibenden Eckzahnes. Vergr.: 30.

Das dargestellte Schmelzstück entspricht der labialen Fläche des Zahnes, an einer Stelle, wo der Schmelz sich bereits gegen den Zahnhals verdünnt.

a Schmelzoberfläche, *b* Zahnbein, *c* Richtung gegen die Zahnkrone, *d* Richtung gegen den Zahnhals. Es sind nur die Retzius'schen Linien und einzelne zwischen den Schmelzprismen befindliche, lufthaltige, längere Spalten, welche bei dieser Vergrösserung noch sichtbar sind, dargestellt. Trockener Schliff in Canadabalsam.

Fig. 3. Eine kleine Stelle aus dem in Fig. 2 abgebildeten Schliffe bei 210 maliger Vergrösserung.

a, *b* Schmelzoberfläche. Bei *a* Retzius'sche Linien erster Art mit Bruchflächen von Prismen. Bei *b* Linien erster Art mit glatt abgeschliffenen Prismen. *c* Retzius'sche Linie zweiter Art, durch die Oberfläche durchschimmernd. Die lufthaltigen Stellen sind überall dunkel gehalten; die Prismengrenzen, soweit sie nicht lufthaltig sind, wurden durch zarte Striche angedeutet.

Fig. 4. Die drei Formen Retzius'scher Linien erster Art bei noch stärkerer, 770 maliger Vergrösserung, nach demselben Schliffe wie Fig. 3 und 4.

a Prismen mit muscheligem Querbruche und Luft zwischen und weiter rechts rings um die Prismen.

b Glatt abgeschliffene Prismen mit Luft rings um die Prismenenden.

c Glatt abgeschliffene Prismen mit Luft in den Spalten zwischen den Prismen.

Fig. 5. Mit verdünnter Salzsäure erzeugte Querstreifen der Prismen von einem Molarzahne eines Erwachsenen. Vergr.: 770.

Fig. 6. Ebenso, von einem Schneidezahn eines achtjährigen Knaben. Querstreifen ungleich.

Fig. 7. Bruchquerstreifen von Schmelzprismen von einem Schneidezahne eines achtjährigen Knaben. Vergr.: 770.

Tafel II.

Fig. 8. Bruchschrägstreifen und muschelige Aussplitterung der Prismen von einem Schmelzsplitter desselben Zahnes wie Fig. 7. Vergr.: 770.

Fig. 9. Aufsicht auf ebene Schrägbrüche der Prismen von der Form, wie sie in Fig. 10 bei stärkerer Vergrösserung im Profil dargestellt sind. Von demselben Zahne wie Fig. 7. Vergr.: 210.

Fig. 10. Bruchschrägstreifen und ebene schräge Bruchenden, sowie muschelige Aussplitterungen von Schmelzprismen. Von demselben Zahne wie vorher. Vergr.: 770.

Fig. 11. Kittsubstanz und Schmelzoberhäutchen vom bleibenden Eckzahne eines vierjährigen Kindes, nach Auflösung der Kalksalze des Schmelzes in verdünnter Salzsäure. Halbschematischer Längsschnitt.

a Schmelzoberhäutchen, *b* Rest der Prismen in der oberflächlichen Schmelzschicht, *c* Schmelzschicht, in welcher leiterartig angeordnete Querwände von den Prismen übrig blieben, *c'* Schmelzschicht, in welcher die Prismen sich vollständig lösten, *e* Kittsubstanz zwischen den Prismen. Vergr.: circa 770.

Fig. 12. Grenze von Zahnbein und Schmelz. Menschlicher Schneidezahn. Vergr.: 210.

a Schmelz (von welchem nur ungefähr ein Zehntel der Dicke dargestellt ist), *b* Schmelzgrenze gegen das Zahnbein, *c* Zahnbein mit den Zahncanälchen, *d* Zahncanälchen, in den Schmelz eindringend.

Fig. 13. Gruppe von Schmelzprismen aus dem Längsschliffe eines Molarzahnes der weissen Hausmaus. Vergr.: 770.

a Prismenreihen im Querschliffe, *b* Prismen im Längsschliffe, *c* Schmelzcanälchen im Querschnitte, *d* in der Längsansicht.

Fig. 14. Gruppe von Schmelzprismen im Querschnitte mit dazwischenliegenden, ebenfalls quer durchschnittenen Schmelzcanälchen. Von einem Längsschliffe durch die Krone eines Molarzahnes von *Hypsiprymnus Betongia.* Vergr.: 770.

Fig. 15. Vom Längsschliffe eines Molarzahnes der weissen Maus, gegen den Zahnhals.

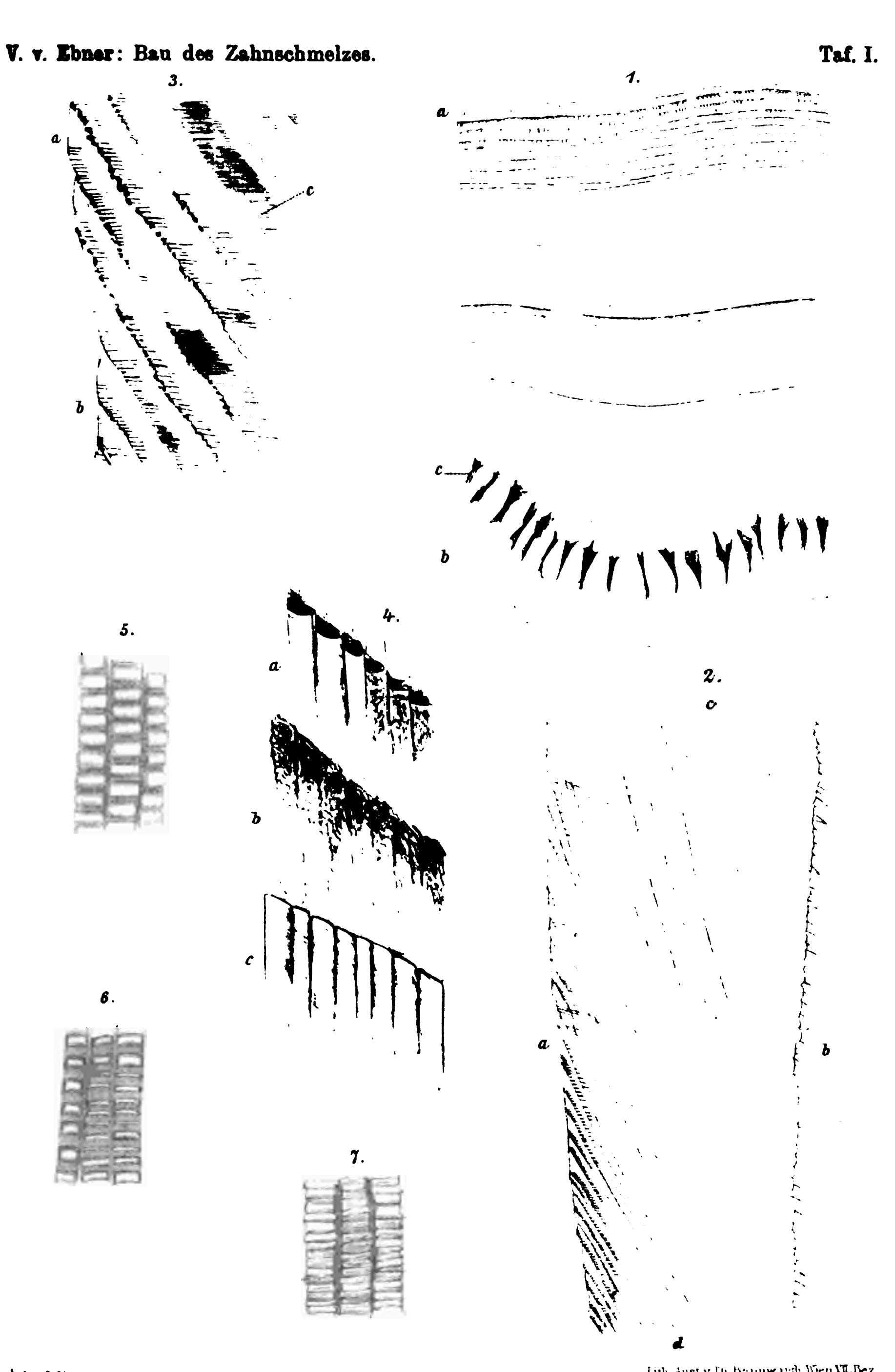
a Schmelz (die dunklen Striche und Punkte entsprechen den Schmelzcanälchen), *b* Grenze von Schmelz und Zahnbein, *c* homogene Oberfläche des Zahnbeines, *d* Zahnbein mit Zahncanälchen, welche gegen die Oberfläche unter vielfacher Theilung blind endigen. Vergr.: 210.

Fig. 16. Vom Längsschliffe eines Molarzahnes von *Petaurus Belideus.* Vergr.: 210.

a Schmelz der Zahnkrone mit Schmelzcanälchen, die mit den Zahncanälchen zusammenhängen, *b* Zahnbein, *c* Schmelz gegen den Zahnhals, in welchem die Schmelzcanälchen seltener werden und nicht mehr mit den Zahncanälchen zusammenhängen, *d* Zugeschärfter Rand des Schmelzes ohne Canälchen, *e* homogene, oberflächliche Lage des Zahnbeines, in welcher die Zahncanälchen des Zahnhalses sich verlieren, nach aufwärts allmählig sich verschmälernd und ungefähr bis *c* reichend, von wo an die Zahncanälchen in die Schmelzcanälchen übergehen.

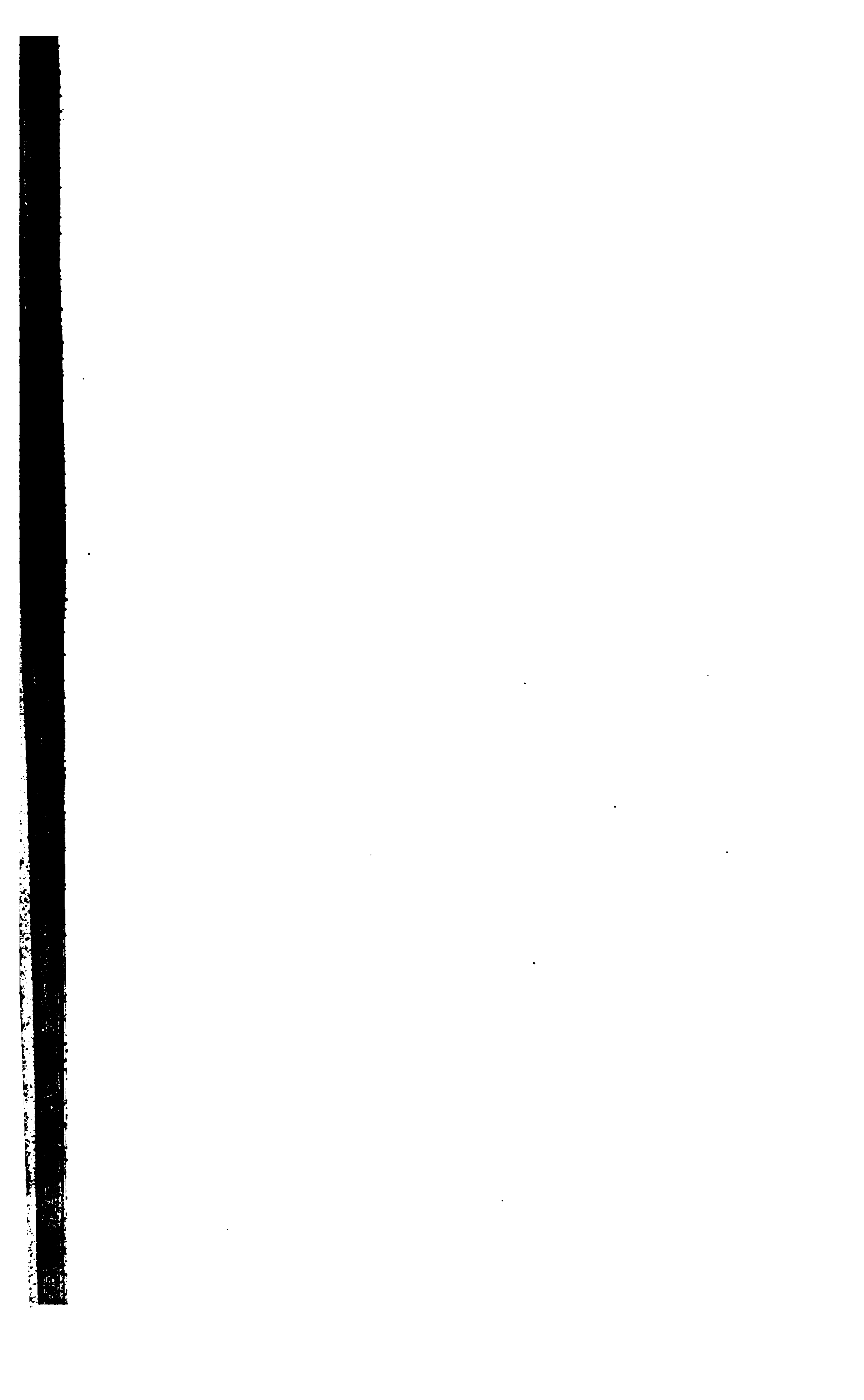
Sämmtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 11 sind in ihren wesentlichen Contouren mit der Camera lucida angelegt.

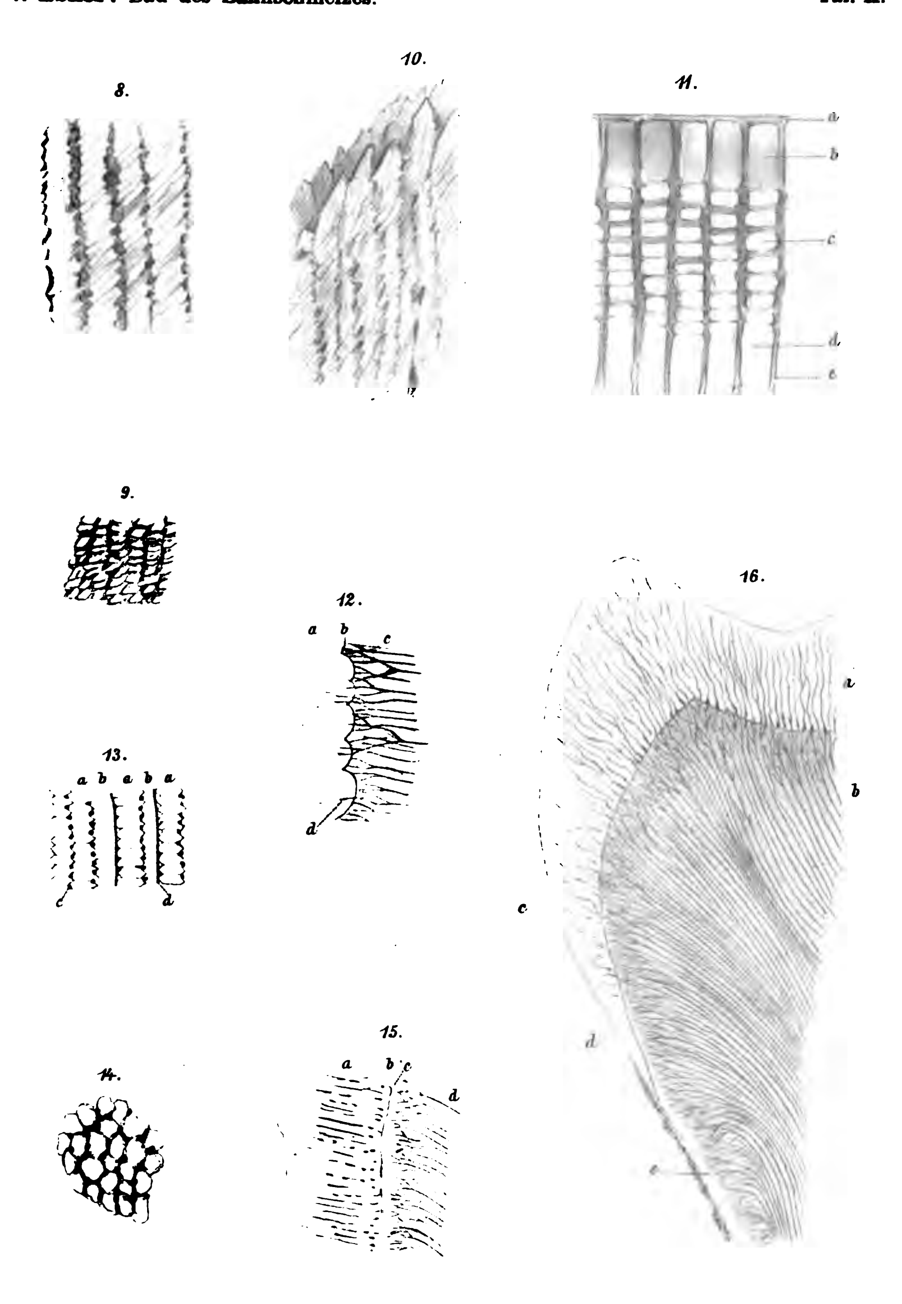
Inhaltsübersicht.



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien VII. Bez.





Autor delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

SITZUNGSBERICHTE

DER

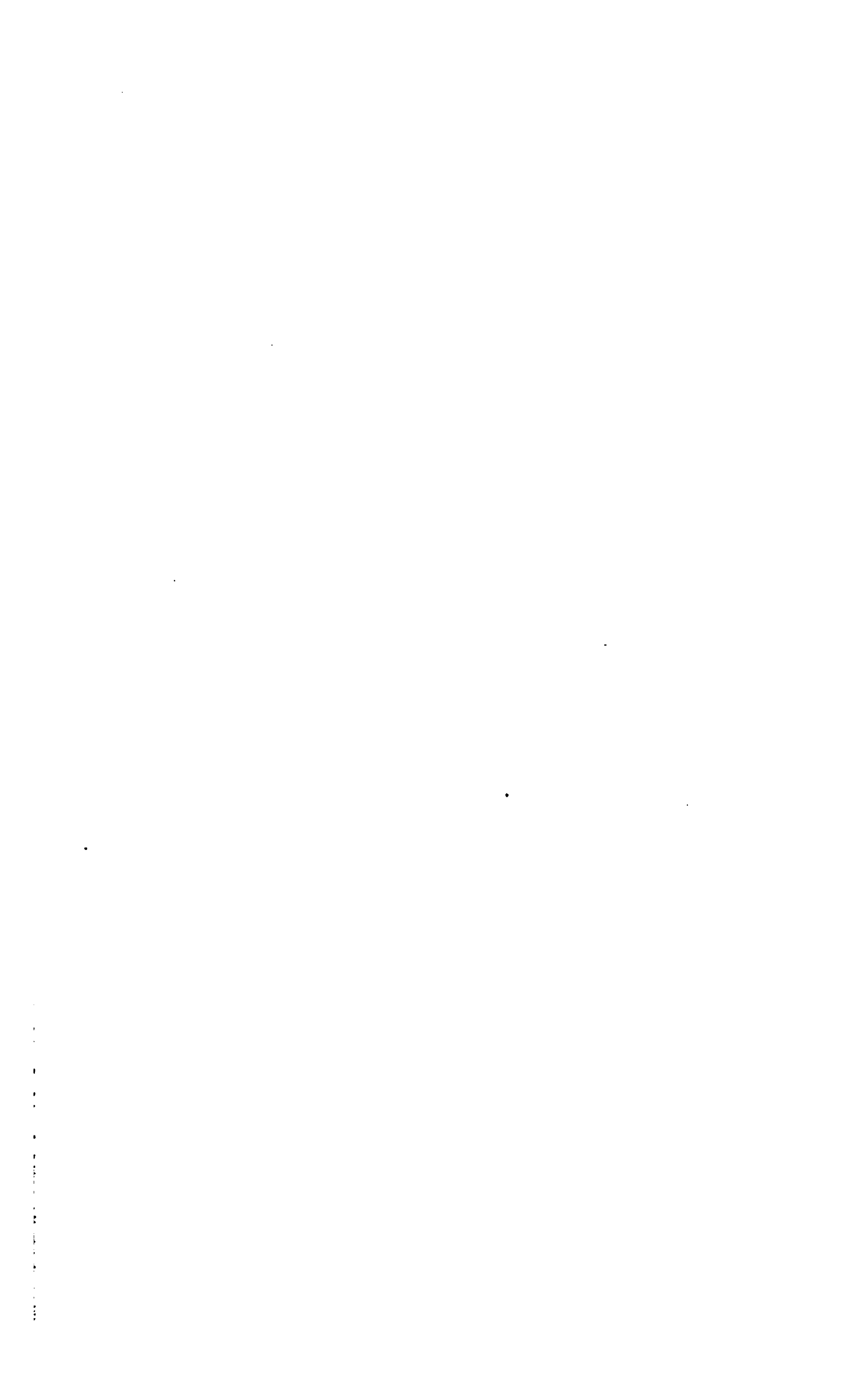
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. II. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie, des Menschen und der Thiere; sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



IV. SITZUNG VOM 6. FEBRUAR 1890.

Der Vorsitzende gedenkt in warmen Worten des Verlustes, welchen die kaiserliche Akademie und speciell diese Classe durch das am 29. Jänner d. J. erfolgte Ableben des correspondirenden Mitgliedes Prof. Dr. Melchior Neumayr in Wien erlitten hat.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII—X (October bis December 1889) des 98. Bandes, Abtheilung II. b. der Sitzungsberichte vor.

Herr G. C. Schmidt in Basel übersendet eine Abhandlung: „Über die Volumänderung beim Lösen von Salzen in Wasser“.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben von Herrn J. Richard Harkup in Krems a. D. behufs Wahrung der Priorität vor, welcher angeblich eine Beschreibung seiner Erfindung hinsichtlich einer neuartigen Schiesspulverladung für alle Arten von Schusswaffen enthält.

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine im physikalisch-chemischen Laboratorium der k. k. Wiener Universität von Herrn Dr. James Moser ausgeführte Arbeit: „Vergleichende Beobachtung von Inductionscapacität und Leitungsfähigkeit evacuirter Räume“.

Herr Prof. Loschmidt überreicht ferner: Sechs Mikrophotographien einiger für die Lehre von den Ton-

empfindungen wichtiger Organe des Ohres, welche von Herrn Dr. Tomas Albarracin aus Chile in dem physikalisch-chemischen Laboratorium der Wiener Universität unter der Leitung des Herrn Dr. Moser ausgeführt worden sind.

Das w. M. Herr Prof. Wiesner überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. E. Heinricher, Professor an der k. k. Universität zu Innsbruck, welche den Titel führt: „Über einen eigenthümlichen Fall von Umgestaltung einer Oberhaut und dessen biologische Deutung".

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak berichtet über eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Friedrich Becke in Czernowitz: „Über die Ursache der Tetartoëdrie des Dolomit".

Herr Dr. J. Schaffer, Privatdocent und Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Färbung der menschlichen Retina mit Essigsäurehämatoxylin".

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Direccion General de Estadistica de la Provincia de Buenos Aires, Censo Agricolo-Pecuario de la Provincia de Buenos Aires. Levantado en el mes de octubre de 1888. Buenos Aires, 1889; 8°.

Von dem auswärtigen Ehrenmitgliede M. Charles Hermite eingesendet:

Institut de France. Académie des Sciences, Discours de M. Hermite, Président, lu dans la séance publique annuelle le 30 décembre 1889. Paris, 1889; 4°.

Université de France. Académie de Paris, Inauguration de la Nouvelle Sorbonne par le Président de la République le 5 août 1889. Paris, 1889; 4°.

V. SITZUNG VOM 13. FEBRUAR 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII—X (October-December 1889) des 98. Bandes, Abtheilung III der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Hofrath Dr. L. Schmarda übersendet eine Abhandlung von Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Linz, betitelt: „Zur Systematik der Gallmilben“.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Bahnbestimmung des Meteors vom 23. October 1889, von Prof. G. v. Niessl in Brünn.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

K. k. Ackerbau-Ministerium, Bilder von den Kupferkies-Lagerstätten bei Kitzbühel und den Schwefel-Lagerstätten bei Swoszowice. Nach der Natur aufgenommen von den k. k. Bergbeamten, redigirt von Ministerialrath F. M. v. Friese. Herausgegeben auf Befehl Sr. Excellenz des Herrn Ackerbau-Ministers Julius Grafen Falkenhayn. (Mit 78 Lagerstätten-Bildern.) Wien, 1890; 4°.

Die Färbung der menschlichen Retina mit Essigsäure-hämatoxylin

von

Dr. Josef Schaffer

Privatdocent und Assistent an der histologischen Lehrkanzel der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Februar 1890.)

Versuche mit dem von Kultschitzky[1] zur Färbung des centralen Nervensystems empfohlenen Essigsäure-Hämatoxylin ergaben an Spinalnerven sehr schöne Resultate; am menschlichen Rückenmark gelang es mir aber bei der peinlichsten Einhaltung der Vorschriften nicht, Bilder zu erhalten, die nach Kultschitzky gleichwerthig sein sollten mit den nach der Weigert'schen Methode hergestellten.

Ich konnte bis jetzt für das Misslingen keinen Grund finden, wohl aber fand ich, dass auch andere Prüfer der Methode (Schiefferdecker)[2] mit derselben zu keinem befriedigenden Resultate gelangt waren.

Die Rückenmarksschnitte, welche von einem wohlerhaltenen, in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Rückenmarke eines Justificirten angefertigt waren, wurden in der Färbeflüssigkeit jede halbe Stunde controlirt; nach 1—2 Stunden trat schon gewöhnlich ein deutliches Dunkelwerden derselben auf und nach 5—6stündigem Verweilen in der Farbflotte war der Markmantel intensiv schwarzblau gefärbt, etwas durchsichtiger die graue Substanz ohne aber eine scharfe Differenzirung des Faserverlaufes zu zeigen. Analog dem Vorgange bei der Weigert'schen Färbung,

[1] Anatom. Anz. 1889, Nr. 7.

[2] „Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung" von Behrens, Kossel und Schiefferdecker. Braunschweig 1889, I. Bd., S. 198.

überfärbte ich nun die Schnitte, versuchte sie dann in der bekannten Lösung von Borax-Ferridcyankalium zu differenziren, und zu meiner Befriedigung erhielt ich ein so scharfes Bild des Faserverlaufes, wie es nur je durch die anderen bekannten, besten Methoden möglich ist.

Ich glaube demnach, dass man die Einführung des Essigsäurehämatoxylins in die Nervenfärbetechnik als einen bedeutenden Fortschritt bezeichnen muss, denn durch sie werden alle die mehr minder umständlichen und eingreifenden Vorbehandlungen der Präparate, wie sie die Methoden Weigert's, Pal's und Anderer erheischen, überflüssig, ohne dass der Schlusseffect in irgend einer Beziehung hinter dem der angeführten, complicirten Färbeverfahren zurückbliebe. Diese bedeutende Abkürzung der Procedur dürfte besonders für den pathologischen Anatomen von Wichtigkeit sein, dem es sich häufig darum handelt, rasch über Vorhandensein und Ausdehnung von Degenerationsvorgängen im Centralnervensystem orientirt zu sein.

Die etwas lange dauernde Härtung der Organe in Müller'scher Flüssigkeit kann durch die raschere in Chromsäure oder chromsaurem Kali ersetzt werden. Ja, auch an in Alkohol gehärteten Objecten gelingt die Färbung, wenn man die Schnitte früher auf kurze Zeit (bis 24 Stunden) in eine, etwa 1⁰/₀ige Lösung von Chromsäure oder chromsaurem Salz einlegt.

Die gute Verwendbarkeit dieser Methode veranlasste mich, sie auch auf andere Objecte auszudehnen. So versuchte ich zunächst an Durchschnitten menschlicher Augen den Plexus ciliaris darzustellen, welcher Versuch daran scheiterte, dass sich der Musculus ciliaris intensiv dunkelbraun, fast schwarz färbte, so dass ich ein zierliches Bild seiner netzartig angeordneten Bündelzüge erhielt; dabei nahm der Inhalt der Blutgefässe einen charakteristisch blau-schwarzen Ton an, so dass die Choriocapillaris wie ein gut injicirtes Präparat erschien.

Ausserdem machte ich aber an demselben Schnitte die interessante Wahrnehmung, dass an den vorhandenen Theilen der Retina die Stäbchenzapfenschicht, und zwar nur die Aussenglieder und Ellipsoide der Stäbchen und Zapfen scharf und distinct blau gefärbt hervortraten, während die Innenglieder den hellbraunen Ton der übrigen Netzhaut angenommen hatten.

Diese zufällige Beobachtung regte mich zu weiteren Versuchen an, welche ich in der Hoffnung anstellte, eine brauchbare Differentialfärbung für die Sehzellenschicht der Retina zu finden, welche zunächst von Interesse für Demonstrationen, dann aber auch für vergleichend anatomische Untersuchungen sein konnte. Da die Beizung der Präparate mit Chromsalzen für das Gelingen der Färbung eine unerlässliche Bedingung ist, versuchte ich zunächst, ob die Art derselben einen Einfluss auf die Differenzirung hat, und stellte eine Reihe von Parallelversuchen mit verschiedenen Chromsalzen (Natrium-, Ammonium- und Kaliumbichromat) und reiner Chromsäure in 1% Lösungen an. Sämmtliche Beizen ergaben ziemlich ähnliche Resultate, doch scheint mir die Chromsäure den Vorzug vor allen zu verdienen. Die Methode, Celloidinschnitte von Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet wurden, vor dem Färben kurz in schwache Lösung von Chromsäure zu bringen, hat Flesch[1] zuerst angewendet. Die Schnitte, gleichviel ob Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol entnommen, wurden über Nacht in der 1% Lösung belassen, dann kurze Zeit ausgewässert, und in die Farbstofflösung gebracht. Der Grad der Auswässerung ist von Bedeutung für das Gelingen, und zwar darf ein gewisser Grad nicht überschritten werden, weil sonst die Bildung des Chromhämatoxylinlackes und damit die Färbung eine mangelhafte wird. So zeigten Präparate aus Müller'scher Flüssigkeit, welche lange Zeit im fliessenden Wasser ausgewaschen und in Celloidin eingeschlossen worden waren, nur eine blassblaue oder Lilafärbung der Zapfenellipsoide, welche sich allerdings scharf gegen die bräunlich gefärbten Aussenglieder absetzten.

Die Schnitte färbten sich nach dem Grade ihrer Beizung mehr weniger rasch schwarz; die nachfolgende Entfärbung in der Weigert'schen Boraxferridcyankaliumlösung geht ziemlich schnell vor sich, liefert aber auch nach der Dauer ihrer Einwirkung verschiedene Bilder. Im Allgemeinen ist die Differenzirung beendet, wenn die Stäbchenzapfenschicht allein noch dunkel gefärbt hervortritt, alle übrigen Schichten für das blosse Auge einen bräunlichen Ton angenommen haben. Die Differen-

[1] Zeitschr. für wiss. Mikr. Bd. I, S. 564.

zirung ist aber unumgänglich nothwendig, weil man ohne dieselbe nur eine intensive Blaufärbung der ganzen Retina erhält, obwohl auch hier schon eine besondere Vorliebe der Stäbchenzapfenschicht für den Farbstoff bemerkbar wird.

Ich gebe nun, an der Hand einiger Abbildungen, kurz eine Beschreibung der markantesten Bilder, welche ich mittelst dieser Methode an der menschlichen Netzhaut erhalten habe. Die nach dem im Vorhergehenden gesagten begreifliche Mannigfaltigkeit der Bilder ist meiner Meinung nach zunächst nur von demonstrativem Interesse, indem sie es ermöglicht, im Schnitte gewisse Elemente hervorzuheben, deren Ansicht sonst nur an Isolationspräparaten gewonnen wird. Aber auch vom theoretischen Standpunkte der Färberei kommt ihr eine, wenn auch negative Bedeutung zu, welche ich jedoch erst nach Beschreibung der Bilder kurz erörtern will.

Ein Bild, welches vielleicht das meiste Interesse beansprucht, stellt Fig. 1 dar; es ist eine kleine Partie aus dem Sinnesepithel einer menschlichen Retina, hinterer Bulbusabschnitt, ausserhalb des Bereiches der Macula.

Beizung mit 1⁰/₀ Chromsäure, 20 Stunden in Essigsäurehämatoxylin, 12 Stunden in der Entfärbungsflüssigkeit; Abspülen in Wasser, Balsameinschluss.

An dem Präparate erscheinen die Zapfen allein, und zwar an vielen Stellen meist mit allen ihren Bestandtheilen überaus distinct hervorgehoben, dunkel, fast schwarz gefärbt, während die Stäbchen und die äussere Körnerschicht, sowie die übrigen, im Bilde nicht dargestellten Theile der Retina eine hellbraune Färbung zeigen.

Die Zapfen lassen färberisch keine Gliederung erkennen, wie wir es an folgenden Präparaten sehen werden, dennoch treten alle ihre Theile deutlich hervor: das Aussenglied, welches immer kürzer erscheint, als das der Stäbchen, das Ellipsoid, das kurze Innenglied, das Zapfenkorn, die schlanke Zapfenfaser und ihre verbreiterte Endplatte.

Zapfenkorn und Innenglied erscheinen hier zu einem dem Ellipsoid ähnlichen Körper verschmolzen, der sich durch eine Einschnürung (Halstheil) gegen das Ellipsoid absetzt, innen in die Zapfenfaser übergeht und beiläufig in seinem äusseren Drittel von

der scharf hervortretenden Limitans externa durchschnitten wird.

Wenn wir diese distincte Färbung der Zapfen mit allen ihren Theilen als die vollkommenste Leistung der Methode bezeichnen, so reihen sich daran Bilder, in denen die Zapfenfaser mit ihrer Fussplatte nicht gefärbt erscheint, die übrigen Theile der Zapfen jedoch wieder tiefdunkel erscheinen, und sich scharf zwischen den hellbraun gefärbten Stäbchen abheben. Diese Schwarzfärbung der Zapfen macht einen eigenthümlichen Eindruck; sie lässt die Gebilde grösser, massiger erscheinen, und man möchte glauben, die Oberfläche derselben wäre mit einer schwarzen Lackschicht gleichmässig überzogen, wie diese Zapfen ja auch meistens keine Gliederung erkennen lassen. Einige zeigen aber eine helle Grenzlinie zwischen Ellipsoid und Aussenglied (Fig. 2 *c*) oder Plättchenzerfall der Aussenglieder (Fig. 2 *Aa*).

An diesen letzteren glaube ich folgende Beobachtung zu machen.

Die übereinander geschichteten Plättchen sind schwarz gefärbt, scheinen aber noch von einer zarten, hellbraunen Hülle umschlossen zu sein (Fig. 2 *Aa*). Eine solche könnte in situ von den anliegenden Fortsätzen der Pigmentzellen, welche die Aussenglieder umfassen, vorgetäuscht werden, das übrige Bild spricht aber dafür, dass sich diese Hülle direct auf das Ellipsoid und das Korn fortsetzt.

Sollte sich diese Beobachtung bestätigen, was aber an Schnitten nicht endgiltig zu entscheiden ist, dann hätte man sich den Zapfeninhalt gleichsam mit einer zarten Scheide umhüllt, vorzustellen.

Dafür spricht auch der Umstand, dass oft an einzelnen Zapfen die Schwarzfärbung gleichmässig bis zum Zapfenkorn reicht, dieses selbst aber nur an seiner unteren (Fig. 2 *Bb*) oder ganzen Peripherie von einer schmalen, schwarz gefärbten Zone umfasst wird (Fig. 2 *B*). Demnach würde es sich bei dieser Färbung der Zapfen um einen ähnlichen Vorgang handeln, wie bei den Färbungen nach Golgi, bei welchen wir es ja nach den interessanten Mittheilungen von Rossbach und Sehrwald[1] auch mit

[1] Centralblatt f. d. med. Wiss. 26. Jahrg. 1888, S. 467 u. 498.

pericellulären Niederschlägen und nicht mit einer Färbung der Zellen zu thun haben.

Bei fortschreitender Entfärbung entfärbt sich zunächst constant das Innenglied (Fig. 2 *A*), wobei das Zapfenkorn gefärbt bleiben kann, wie ich es an einigen Präparaten sehr schön gesehen habe, oder aber es zeigen sich auch die Zapfenkörner entfärbt, ein Bild, wie es am nächsten Präparate beschrieben werden soll.

Fig. 3 stellt eine Partie des Nervenepithels gegen die Macula zu dar; dasselbe erscheint sehr scharf hervorgehoben, indem die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen und die Ellipsoide dieser letzteren blau gefärbt erscheinen; diese Färbung setzt an der äusseren Grenze des Innengliedes scharf ab, dieses selbst erscheint gelblichbraun gefärbt, wie der grösste Theil der übrigen Retina. Die Ellipsoide der Zapfen stehen so dicht gedrängt, dass sie oft eckig gedrückt aussehen, und zwischen denselben nirgends deutlich ein Stäbchen erkannt werden kann; dass solche aber noch vorhanden sein müssen, lässt sich aus der Menge der Aussenglieder schliessen, welche im Verhältniss zu der leicht abzählbaren Zahl der Zapfenellipsoide eine viel grössere ist.

Es sei mir hier auch gestattet, auf die bekannte Längenzunahme der Elemente in der Macula hinzuweisen, wobei ich bitte, die Fig. 4, welche in derselben Vergrösserung eine von der Macula entferntere Partie darstellt, mit Fig. 3 zu vergleichen.

Während die Stäbchenzapfenschicht aussen von der Macula einen Durchmesser von 25—26 μ (von der Limitans externa bis zur Pigmentschicht) zeigt, steigt er in der Nähe der Macula auf 58—59 μ; die Strecke, auf welche hin eine so bedeutende Längenzunahme, beziehungsweise Längenabnahme stattfindet, ist jedoch nicht so kurz, das heisst sie erfolgt nicht so rasch, wie man im Allgemeinen anzunehmen geneigt ist. Dies wird aus unten mitzutheilenden genauen Messungen ersichtlich werden.

Auch die Verbreiterung der anderen Schichten, besonders der Ganglienzellen- und Zwischenkörnerschicht tritt sehr schön hervor und zeigen sich hier auffallend viele Ganglienzellkerne dunkel gefärbt, was in den peripheren Schichten nicht der Fall ist.

Die Längenzunahme der inneren Zapfenglieder in der Macula tritt auch sehr deutlich zu Tage und wurden Messungen am

Schnitte durch ihre distincte Färbung möglich. So fand ich sie in der Peripherie wenig über 3μ lang, während ihre Länge in der Macula auf 9μ stieg.

Die übrigen Schichten der Retina zeigten sich, wie bereits erwähnt, entfärbt, in gelblich-braunem Tone, nur einzelne Zapfenkörner, Körner der inneren Körnerschicht und Ganglienzellkerne, diese besonders in der Macula, wo sie mehrere Schichten übereinander bilden, erscheinen dunkel gefärbt.

Ich bin in der angenehmen Lage, hier auch noch einige Messungsresultate mittheilen zu können, welche Prof. v. Ebner an Schnitten derselben wohlerhaltenen Retina, welche durch die Fovea gegangen waren, erhalten und mir gütigst zur Veröffentlichung überlassen hat. Selbstverständlich besitzen sämmtliche Massangaben nur einen relativen Werth, da sie an Celloidinschnitten eines in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Präparates gewonnen sind; ihre Mittheilung dürfte aber doch Manchem willkommen sein, da das Präparat eben sehr gut conservirt war, Messungen der menschlichen Foveaelemente nicht viele vorliegen, und hier speciell die Längenabnahme der Stäbchenzapfenschicht gegen die Peripherie hin auf bestimmte Distanzen berechnet wurde, was für die Morphologie der Macula von Interesse ist.

Die Messungen der Entfernungen von der Mitte der Fovea wurden mit Reichert's apochromatischem System von 16 *mm* Brennweite angestellt, nachdem der Werth eines Theilstriches des Ocularmikrometers bei eingeschobenem Tubus auf 0·0155 *mm* berechnet worden war. Die Länge der Stäbchen dagegen wurde mit Apochromatsystem 4 *mm* Brennweite (Werth eines Theilstriches 0·0033 *mm*.) bestimmt.

Dabei ergab sich für die Länge der Zapfenstäbchenschicht von der Limitans externa bis zum Ende der Aussenglieder in der Mitte der Fovea 60μ; in einer Entfernung von 0·99 *mm* war sie auf 30μ, also auf die Hälfte gesunken. Theilt man die Limitans externa, als Ordinate betrachtet, auf diese Distanz (0·99 *mm*) in drei gleiche Theile, und errichtet man in den Theilungspunkten Abscissen, so würde sich die Höhe derselben, aus der Anfangs- und Endabscisse (60μ und 30μ) berechnet, auf 50 und 40μ stellen, so dass auf eine Strecke von je 0·33 *mm* ein Längenabfall von 10μ käme. So regelmässig ist die Längenabnahme nun in der

That nicht, wie aus folgender Tabelle ersichtlich; vielmehr nimmt die Länge der Stäbchenzapfen bis auf eine Entfernung von 0·66 *mm* von der Foveamitte wenig ab, um dann rasch auf eine Länge zu sinken, wie wir sie noch 4·62 *mm* von der Fovea finden.

Die Messungen von drei anderen Präparaten lasse ich mit den bezüglichen Distanzen von der Foveamitte in tabellarischer Übersicht folgen.

Präparat	Fovea-mitte		Peripherie der Macula. Entfernung von der Foveamitte in *mm*.				
			0·33	0·66	0·99	1·32	4·62
1	59	Länge der Stäbchenzapfen in μ	59—56	49—43	29	29—26	29—26
2	62		53	46—43	29		
3	59—62		56	43	29—23		

Kehren wir nun zur Besprechung unserer gefärbten Bilder zurück, so muss ich in Bezug auf Fig. 3 noch erwähnen, dass ich für die hier, wie an den folgenden Präparaten auftretende Blaufärbung, welche an Stelle der oben besprochenen Dunkelfärbung getreten ist, vorderhand keinen Grund anzugeben weiss; überhaupt machen diese theilweise blaugefärbten Zapfen einen ganz anderen Eindruck, sie erscheinen gegliedert, nicht so massig und plump, wie die in Fig. 1 dargestellten, schwarz gefärbten. Merkwürdig ist auch das Vorkommen von Bildern, an denen die Ellipsoide der Zapfen dunkel, die Aussenglieder derselben und der Stäbchen blau gefärbt erscheinen, wie ich es in Fig. 4 darzustellen versuchte.

Ein überraschendes Bild bietet Fig. 5; es erscheinen nur die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen in einem schönen, sattblauen Ton gefärbt. Die Färbung setzt an den Ellipsoiden scharf ab, diese selbst erscheinen nur an wenigen Stellen durch eine dunklere Färbung hervorgehoben, meist aber hellbraun, gelblich, wie die übrigen Schichten der Retina.

Meine besondere Aufmerksamkeit beanspruchte eine Reihe schwarz gefärbter Körnchen unter der Limitans externa. In der Mitte des Schnittes, welche bereits im Gebiete der Macula liegt und stellenweise nur Zapfen zeigt, finden wir wenig nach Aussen von der Limitans externa, beiläufig an der Grenze zwischen Innengliedern und Ellipsoiden zwischen je zwei Zapfen einen schwarzen rundlichen Punkt, der wie ein Korn oder der Durchschnitt einer feinen Faser erscheint.

Diese Punkte liegen so regelmässig, dass sie eine der Limitans externa fast parallele Reihe bilden, nur werden sie gegen den Rand der Macula zu seltener, in dem Masse, als sich immer mehr Stäbchen zwischen die Zapfen einschieben und nimmt der Abstand der Körnchenreihe von der Limitans nach aussen von der Macula hin ab, was mit der geringer werdenden Länge der Innenglieder Hand in Hand geht.

Ich dachte zuerst ein Kunstproduct vor mir zu haben, aber nach der sorgfältigsten Untersuchung dieses und anderer Präparate mit apochromatischer Immersion kann ich diesen Verdacht mit Bestimmtheit ausschliessen, ohne aber über die Natur dieser Körnchen eine bestimmte Angabe machen zu können.

Am ehesten wäre an die Möglichkeit zu denken, dass es sich hier um knopfförmige Enden intraepithelialer Fäden handelt, ähnlich wie sie Dogiel[1] für die Retina der Amphibien beschrieben hat; dass intraepitheliale Fäden zwischen die Sehzellen eindringen und bis jenseits der Limitans externa, gerade zwischen die Stäbchen und Zapfen, diesen dicht anliegend zu verfolgen sind, hat derselbe Forscher für die meisten Wirbelthierclassen (Ganoiden, Amphibien, Reptilien und Vögel) nachgewiesen.

Meine Präparate sind einer ganz frisch in Müller'sche Flüssigkeit gebrachten, ziemlich gut erhaltenen Retina entnommen (Plättchenzerfall der Zapfenaussenglieder ist nicht häufig); da wäre es wohl denkbar, dass der intraepitheliale Faden zu Grunde gegangen und sein Ende allein färberisch nachweisbar geblieben ist. Aber ich kann diese ganze Deutung nur als einen Versuch der Erklärung hinstellen, ohne für sie einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit zu beanspruchen, da mir zu Controlversuchen das frische Material mangelt.

---

[1] Anatomischer Anzeiger 1888, Nr. 11 und 12, S. 342.

Ausserdem finden wir an diesem Präparate noch die Opticusfaserschichte, soweit sie vorhanden und die innere Molecular-(Neurospongium)-schichte durch dunklere Färbung hervorgehoben.

Als letzte Variante der Färbungsresultate hebe ich endlich hervor, dass auch die Ellipsoide der Zapfen allein gefärbt erscheinen können.

Überblicken wir nun die Ergebnisse dieser eigenthümlichen Färbung, so wird uns zunächst die Mannigfaltigkeit der Bilder kein besonderes Vertrauen zur Methode einflössen. Das Schwankende, Unberechenbare in derselben, macht es vorläufig für den Arbeiter unmöglich, ein beabsichtigtes, bestimmtes Bild zu erhalten.

Vielleicht gelingt es durch eine exacte Regelung der massgebenden Factoren, der Vorbehandlung der Präparate, der nachfolgenden Färbung, sowie der Differenzirung die Zufälligkeiten in der Methode mehr und mehr zu beseitigen, und dieselbe auf die von Griesbach[1] gewünschte Höhe einer diagnostischen Reaction zu erheben. Dann wäre es mittelst derselben vielleicht z. B. möglich, das Vorkommen von Zapfen bei Thieren zu constatiren, wo man sie sonst leicht übersehen kann, wie bei der Katze, Ratte und beim Kaninchen. Wir haben ja gesehen, dass die Differenzirung der Stäbchen- und Zapfenellipsoide eine der beständigsten Leistungen des Färbeverfahrens ist. Im Allgemeinen müssen aber die besprochenen Übelstände ein gerechtes Misstrauen gegen alle anatomisch-histologischen Schlüsse erwecken, welche auf Grund solcher Färbungsergebnisse gezogen werden. Anderseits führt die Methode gerade durch die Mannigfaltigkeit ihrer Leistungen auf eine Menge von Structurdetails und kann ihr ein heuristischer Werth nicht abgesprochen werden, der durch genaue, vergleichende Beobachtung und Controle noch erhöht werden kann.

Auch ein demonstratives Interesse muss der Methode zuerkannt werden; so viel mir bekannt, ist es bis jetzt wenigstens mittelst keiner anderen Methode gelungen, die Zapfen in toto an Schnitten zu färben, ausser durch die modificirte Golgi'sche Methode Ramon y Cajal's,[2] welcher die Fasern der Zapfen

[1] Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, Bd. V.

[2] Anatomischer Anzeiger 1889, Nr. 4.

und Stäbchen mit ihren Körnern darstellte, wobei letztere gewöhnlich hell oder braun auf schwarzem Grunde erschienen.

Flesch[1] hat die Retina nach einer modificirten Weigert-Methode untersucht, wobei ihm die Darstellung feiner Fasern nicht in der gewünschten Weise gelungen ist, dagegen erhielt er auch ein höchst elegantes Bild der Stäbchenschichte, deren Aussenglieder eine tief dunkelviolette Farbe annahmen.

Das verschiedene Verhalten von Aussen- und Innengliedern, das uns diese Färbung gezeigt, steht auch im Einklang mit den Ergebnissen anderer Methoden.

So wird dasselbe bereits von Braun[2] nachdrücklich betont; er wies nach, dass bei Carminfärbung sich die Innenglieder allein und zwar sehr intensiv färben, während sich die Aussenglieder in scharfer Demarcationslinie absetzen. Umgekehrt färbt die Osmiumsäure die Aussenglieder schwarz, während die Innenglieder ungefärbt bleiben. An diese Beobachtungen wurde die Vermuthung geknüpft, dass es sich um functionell verschiedene Substanzen handelt.

Ich habe bereits früher[3] auf die schwankende und unzuverlässige Wirkung gerade des Hämatoxylins als Färbemittels hingewiesen, und möchte auch vorliegende Zeilen nur als einen Beitrag zur Anwendungsweise desselben in der mikroskopischen Technik angesehen wissen, über welchen Gegenstand Kultschitzky für die nächste Zukunft ausführlichere Mittheilungen in Aussicht gestellt hat.

Figurenerklärung zur Tafel.

Fig. 1. Eine kleine Partie aus dem Sinnesepithel der menschlichen Retina; einzelne Zapfen in toto schwarz gefärbt. *a* Stäbchenzapfenschicht. *b*. Körnerschicht. Vergr. 275.

„ 2. Einzelne Zapfen aus der menschlichen Retina. Vergr. circa 400, *A*. Zwei Zapfen, an denen die Innenglieder entfärbt erscheinen.

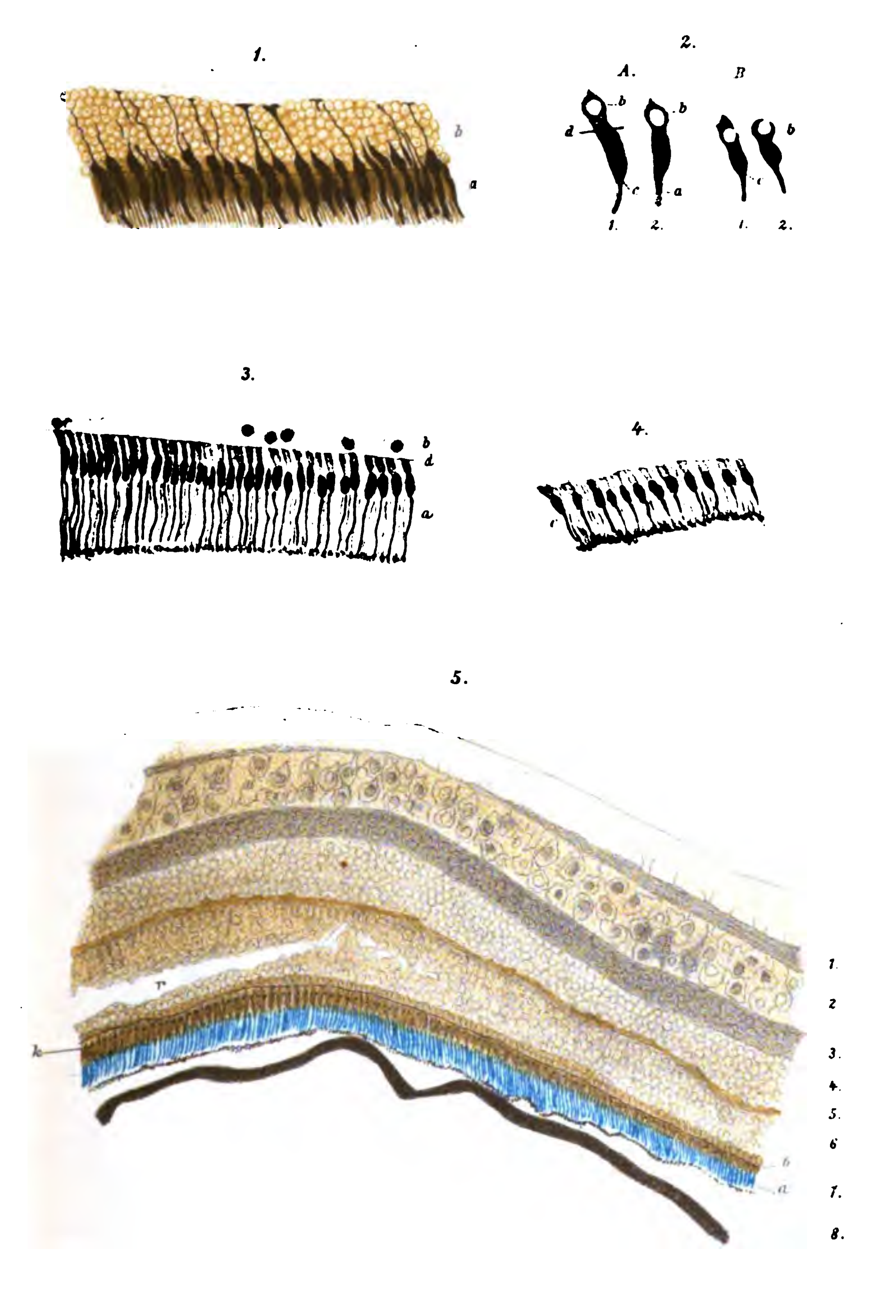
---

[1] L. c.

[2] Diese Berichte, 1860, Bd. 42, S. 15.

[3] Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. V, 1888.

J. Schaffer: Färbung der menschlichen Retina.



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe. Bd. XCIX. Abth. III. 1890.



aber dunkler, als das Zapfenkorn, um dessen Peripherie ein dunkler gefärbter Mantel sichtbar ist *(b)*. Bei 1*c* helle Grenze zwischen Ellipsoid und Aussenglied; 1*d* Membrana limitans.

Das Aussenglied bei 2*a* erscheint in Plättchen zerfallen und diese besitzen noch eine zarte Hülle, welche auf Ellipsoid und Korn übergeht. *B.* Zwei Zapfen, an denen die schwarze Färbung die entfärbten Körner theilweise umfasst *(b)*: bei 1*c* helle Grenze zwischen Aussenglied und Ellipsoid.

Fig. 3. Partie von Sehzellen aus der Macula; Zapfen stark verlängert. Aussenglieder und Ellipsoide blau, Innenglieder entfärbt. *b* Körnerschicht. *d* Membrana limitans externa. Vergr. 284.

„ 4. Periphere Partie des Sehepithels aus einem, dem vorigen nächstgelegenen Schnitte, der dieselbe Färbung der Macula zeigte, wie Fig. 3. Zapfenellipsoide schwarz, bei *c* scharf abgesetzt von den blau gefärbten Aussengliedern; Stäbchenaussenglieder ebenfalls blau. Vergr. 284.

„ 5. Retina mit allen Schichten gegen die Macula. *a.* blau gefärbte Stäbchenzapfenaussenglieder. *b.* Limitans externa. *k.* dunkle Körnchenreihe, welche vielleicht als Ausdruck einer intraepithelialen Nervenendigung anzusprechen ist.

Bei *r* ein Riss im Präparat. Vergr. 125.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. III. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



VI. SITZUNG VOM 6. MÄRZ 1890.

Die Nachricht über das am 24. Februar d. J. in Prag erfolgte Ableben des wirklichen Mitgliedes Herrn Hofrathes Prof. Dr. Victor Leopold Ritter v. Zepharovich wurde in der Gesammtsitzung der kaiserlichen Akademie vom 27. Februar zur Kenntniss genommen und der Theilnahme an diesem Verluste Ausdruck gegeben.

Der Secretär legt das erschienene Heft VIII—IX (October—November 1889) des 98. Bandes, Abtheilung II. a. der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung von Otokar Ječek in Prag: „Über die Reihenumkehrung".

Das c. M. Prof. Rich. Maly in Prag übersendet eine Abhandlung von Dr. John J. Abel aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium in Bern, betitelt: „Bestimmung des Moleculargewichtes der Cholalsäure, des Cholesterins und des Hydrobilirubins nach der Raoult'schen Methode."

Das c. M. Herr Hofrath Dr. A. Bauer übersendet eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz, betitelt: „Zur Kenntniss des Ammelins", von A. Smolka und A. Friedreich.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Einige Sätze über die Function $C_n^{\nu}(x)$."

Herr Prof. Dr. J. Puluj in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Temperaturmessungen im Bohrloche zu Sauerbrunn".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die Unzulässigkeit der Poisson'schen Theorie des Schiffsmagnetismus und über die Hypothese, welche derselben zu Grunde liegt", von Prof. V. v. Giaxa an der k. k. nautischen Schule in Lussinpiccolo.
2. „Zur Theorie der elektrischen Gasentladungen", von Dr. Friedrich Wächter in Wien.

3. „Über allgemeine Strahlencongruenzen und Normalensysteme", von Emil Waelsch, Assistent an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.
4. Über eine algebraische Theorie der Schaaren nicht-adjungirter Berührungscurven, welche zu einer algebraischen Curve gehören", von Wilhelm Weiss, Assistent an derselben Hochschule.
5. „Beweis einer der harmonischen Punktreihe im Kreise zukommenden Eigenschaft", von Jacob Zimels in Brody.

Das w. M. Herr Hofrath Director J. Hann überreicht eine Abhandlung von Dr. M. Margules in Wien: „Über die Schwingungen periodisch erwärmter Luft".

Herr Anton Handlirsch in Wien überreicht den fünften Theil seiner „Monographie der mit *Nysson* und *Bembex* verwandten Grabwespen".

Herr Dr. Max Mandl in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über eine das Jacobi'sche Symbol darstellende Determinante".

Herr stud. med. Alois Lode, Demonstrator am physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien, übersendet eine von ihm an diesem Institute ausgeführte Arbeit, betitelt: „Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Farbenwechsels der Fische".

Herr Dr. Rudolf Benedikt in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über Schmidt's Verfahren zur Umwandlung von Oxalsäure in feste Fettsäuren".

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Ludwig C. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1888 und 1889. Leipzig, 1889; 8°.

Musco Nacional de Buenos Aires: G. Burmeister, Los Caballos fosiles de la Pampa Argentina. (Suplemento.) — Die fossilen Pferde der Pampasformation. (Nachtrag.) — Text spanisch und deutsch. (Mit Taf. IX—XII.) Buenos Aires, 1889; Fol.

Mikrophotographien einiger für die Lehre von den Tonempfindungen wichtiger Theile des Ohres

von

Dr. **Thomas Albarracin** aus Chile.

Aus dem physikalisch-chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Lichtdrucktafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Februar 1890.)

Die moderne medizinische Wissenschaft verdankt ihre grossen Fortschritte nicht zum kleinsten Theile der objectiven Art des Anschauungsunterrichtes und der literarischen Publicationen. Insbesondere ist es, um mikroskopische Structurverhältnisse der Allgemeinheit zugänglich zu machen, nothwendig, geeignete Reproductionsmethoden anzuwenden. Die bisher aber fast ausschliesslich geübte Art, dies in Form von Zeichnungen zu bewerkstelligen, kann keineswegs als eine ideale angesehen werden. Vor allen Dingen ist sie keine objective, indem dabei weniger das mikroskopische Bild sélbst als die Form, in der es dem jeweiligen Beobachter, resp. Zeichner erscheint (häufig sind dies zwei verschiedene Personen), zur Anschauung gebracht wird. Auch die Umständlichkeit, Schwierigkeit, der Zeitverlust und die Kosten, die damit verbunden, fallen sehr ins Gewicht und haben zur Folge gehabt, dass genaue Zeichnungen seltener veröffentlicht resp. demonstrirt und meist durch schematische Zeichnungen ersetzt werden, die aber natürlich noch viel weniger das leisten, was besonders nothwendig ist, nämlich Objectivität und Exactheit. In der Mikro-Photographie besitzen wir nun aber ein Mittel zur Herstellung objectiver und exacter Reproductionen und dieselbe hat aus diesem Grunde auch bereits vielfach Eingang in

die medizinische Literatur gefunden. Die photographische Camera copirt mit absoluter Treue und Wahrheit die Natur, ihre Benützung ist ohne grosse Mühe zu erlernen und die Herstellung von Photogrammen mikroskopischer Präparate beansprucht weder bedeutende Kosten noch hervorragende Fertigkeit.

Alle diese Umstände machen sich aber besonders geltend bei einem so complicirten, so zarten und leicht verletzlichen Organe wie das innere Ohr es ist, dessen Studium gerade desswegen ungebührlich vernachlässigt wird. Während über den feineren Bau der meisten Organe der Studierende durch eigene Anschauung orientirt wird, und der Arzt sich nöthigenfalls jederzeit ohne grosse Mühe orientiren kann, ist es hier anders.

Die Herstellung mikroskopischer Präparate des Ohres erfordert sehr viel Zeit und grosse Übung. Dies ist der Grund, warum, von schematischen Darstellungen abgesehen, die feinere Topographie und Histologie des Ohres den meisten Ärzten nicht aus eigener Anschauung genauer bekannt ist. Diese unzweifelhafte Lücke des medizinischen Wissens auszufüllen, ist, meiner Ansicht nach, die Mikro-Photographie berufen, und es war daher seit längerer Zeit mein Bestreben, mit den bekannten Hülfsmitteln der photographischen Technik Mikro-Photogramme des Ohres darzustellen, die allen Anforderungen genügen. Ich glaube nun, dass meine Reproductionen wohlgelungen sind und erlaube mir der hohen Akademie als Probe derselben einige Photogramme vorzulegen, die ich nachstehend kurz erläutere.

Vorliegende Mikro-Photographien bilden einen Theil einer Collection, welche ich nach eigenen Präparaten, die ich seinerzeit bei Herrn Professor Trautmann in Berlin gemacht und mit Hilfe eines Zeiss'schen Apparates im hiesigen physikalisch-chemischen Universitätslaboratorium des Herrn Prof. Loschmidt unter Leitung des Herrn Dr. Moser angefertigt habe. Dieselben betreffen sämmtlich das innere Ohr.



Fig. Nr. 1.

Crista acustica der Katze. Auer'sches Licht. Exp.-Zeit 10 Sec. Obj. 16·0 mm. Proj. Ocular Nr. 2.



Fig. Nr. 2.

Corti'sches Organ des Meerschweinchens. Elektrisches Licht. Exp.-Zeit 1 Sec. Obj. 8·0 mm. Proj. Ocular Nr. 2.

Negativ vom Autor. **J. Barth, Wien, Fünfhaus.**



Fig. Nr. 3.

Macula acustica der Katze. Elektrisches Licht. Exp.-Zeit 1 Sec. Obj. 8·0 mm.
Proj. Ocular Nr. 2.

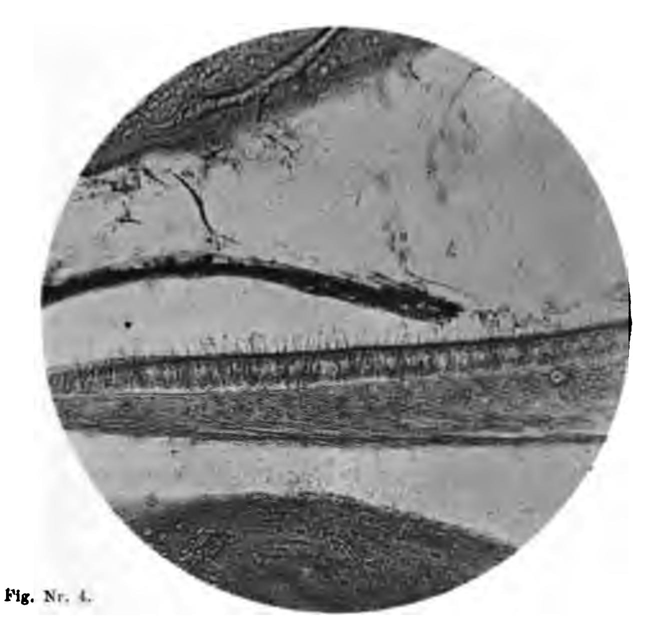
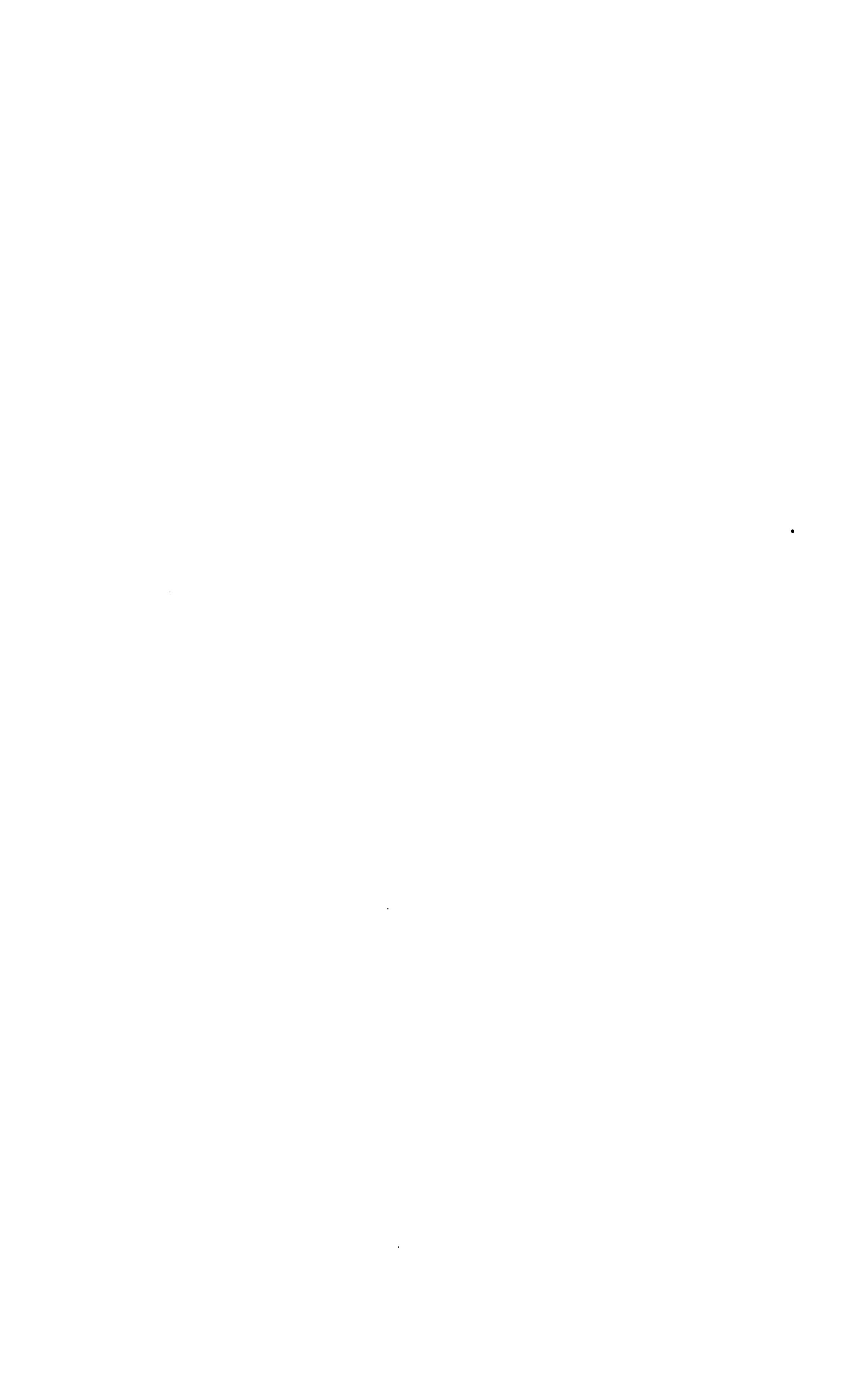


Fig. Nr. 4.

Macula acustica des Meerschweinchens. Elekt. Licht. Exp.-Zeit 1 Sec. Obj. 8·0 mm.
Proj. Ocular Nr. 2.- $^1/_4$ nach der Photographie vergrössert.

Negativ vom Autor. J. Barth, Wien, Fünfhaus.



Tafelerklärung.

Figur 1 repräsentirt einen Durchschnitt der Crista acustica der Katze, auf deren Oberfläche man die sogenannten Hörhärchen sieht.

Figur 2 ist ein Schnitt durch das Corti'sche Organ eines Meerschweinchens.

Figur 3 ein Schnitt durch eine Macula acustica der Katze; man erkennt darin die Nervenfasern. Dieses Bild ist nach einem mikroskopischen Schnitt von Herrn Dr. Hildebrandt in Berlin angefertigt worden.

Figur 4 stellt eine Macula acustica dar; man sieht ebenfalls die Hörhärchen.

Auf jedem Photogramme ist die Beleuchtungsquelle, Expositionszeit und die verwendeten Objective und Oculare angegeben. Die Platten waren sämmtlich Eosinsilberplatten.

Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Farbenwechsels der Fische

von

Alois Lode,

stud. med., Demonstrator am physiologischen Institute.

Aus dem physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

Mit 1 Tafel.

Die Thatsache, dass Fischen die Fähigkeit zukommt, ihre Farben zu wechseln, ist schon seit langer Zeit bekannt.

Tschudi[1] nennt beispielsweise die Bachforelle, *Salmo fario*, nachdem er eine Beschreibung ihres Farbenwechsels gegeben, das Chamäleon unter den Fischen; er war es auch, der die Thatsache beschrieb, dass die „schwartzlechten" in dunkeln Wäldern gefangen werden.

Gessner[2] macht auf die Thatsache aufmerksam, dass die Fischer schon seit langer Zeit die Abhängigkeit der Farbe der Lachse von der Farbe des Wassers und der Umgebung kannten: je reiner das Wasser, desto heller die Farbe. Die Forellen des vom Gletscherwasser und aufgespültem Sande beinahe milchfarbenen Weisssees auf dem Bernina sind ohne Ausnahme lichter gefärbt, als die des benachbarten auf torfigem Grunde liegenden Schwarzsees.

Jam. Stark[3] scheint der erste gewesen zu sein, der über diese Erscheinungen Experimente anstellte. Zufällig setzte er Ellritzen, *Leuciscus phoxinus*, um das Wasser des Fischbehälters zu wechseln, für einige Zeit in eine weisse Schüssel und bemerkte,

---

[1] Cit. in Brehm's Thierleben 1879, II. Bd., S. 225.

[2] Ibid.

[3] Jam. Stark: On changes observed in the colour of fishes. Edinb. new Philos. Journ. IX, p. 327. 1830. Cit. in Dr. G. Seidlitz: Beiträge zur Descend. Theorie, S. 34. 1874.

dass sie ihre für gewöhnlich lebhaften Farben verloren und gegen ein helles Grau eintauschten; wenn er sie in dunkle Umgebung brachte, erhielten sie ihre frühere Färbung. Stark wies auch nach, dass dieselben Versuche beim Stichling, *Gasterosteus aculeatus*, bei der Schmerle und beim Flussbarsche mit dem gleichen Erfolge angestellt werden konnten.

Shaw[1] berichtet in seiner Entwicklungsgeschichte der Lachse, dass ihm die Thatsache aufgefallen sei, dass die Thiere, wenn sie an einer Stelle längere Zeit sich ruhig verhielten, immer dieselbe Farbe hätten, dass sie aber, wenn sie an eine andere Stelle schwammen, immer die entsprechende Färbung des Untergrundes annahmen. Shaw nahm nun, um diese Thatsache festzustellen, 2 grosse irdene Becken, von denen das eine innen fast weiss, das andere fast schwarz war. Wenn er dann in jedes ein Fischlein steckte, so nahmen die Thiere nach etwa 4 Minuten eine Farbe an, die derjenigen des Beckens, in welchem sie sich befanden, sehr nahe kam. Shaw war es auch, der zuerst in diesem Phänomene „eines jener merkwürdigen Hilfsmittel“ erkannte, welches die Natur zur Beschützung ihrer Geschöpfe anwendet.

Die umfassendsten Versuche stammen von G. Pouchet,[2] der den Zusammenhang zwischen *Nervus opticus* und der Hautfarbe bei Fischen durch ein glückliches Experiment entdeckte, nachdem schon 1858 Lister[3] die gleiche Thatsache an *Rana temporaria* festgestellt hatte. Pouchet konnte bei Steinbutten

[1] Versuche über die Entwickelung und das Wachsthum der Lachsbrut. Fror. Neue Not. Bd. VI, 1838.

[2] Pouchet George: Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les poissons. Compt. rend. des séances. 1871. p. 866.

Pouchet G.: Du rôle des nerfs dans le changement de coloration des poissons. Journ. de l'anatomie et physiol. p. Ch. Robin 1872, p. 71.

Pouchet G.: Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les Crustacés et sur les colorations bleues des poissons. Ibid., p. 401.

Pouchet G.: Über die Wechselwirkung zwischen der Netzhaut und der Hautfarbe einiger Thiere. Wien. med. Jahrb. I, S. 42, 1874.

[3] Lister Joseph: On the Cutaneous Pigmentary System of the Frog. Philos. Transact. Vol. 148, 1859. Cit. in Dr. G. Seidlitz: Beiträge zur Desc. Theorie. 1876.

durch Exstirpation der Augen, die früher helle Hautfarbe dauernd in eine dunkle verändern, indem hiedurch die Chromatophoren der Cutis in dauernde Expansion versetzt werden. Pouchet verfolgte auch den Weg, auf welchem der Lichtreiz zu den Chromatophoren geleitet wird und fand, dass die Impulse durch den Sympathicus gehen müssten, indem nach Durchschneidung des Rückenmarkes keine Farbenveränderung eintritt, wohl aber, wenn man den Thieren den Sympathicus durchtrennt. Bei dieser Durchschneidung des Sympathicus ist es, wie Pouchet angibt, nicht möglich, eine Verletzung der neben dem Nerven ziehenden grossen Gefässe, Aorta und aufsteigende Cardinalvene, zu vermeiden. Die Thiere überleben die Operation nur kurze Zeit, theils wegen des Blutverlustes, theils weil man, um den Nerv zugänglich zu machen, die langgestreckte Niere durchschneiden muss. Dadurch aber, dass die Zuleitung des Blutes in die hintere Körperhälfte fast gänzlich aufgehoben ist, wird der Versuch nicht ganz einwurfsfrei, indem durch die dadurch entstandene Anämie möglicherweise die Expansion der Chromatophoren bedingt sein kann.

Pouchet gelang es ferner nach Durchschneidung einiger Spinalnerven, sowie des trigeminus bleibende Expansion der Pigmentzellen derjenigen Hautpartie zn erhalten, welche dem betreffenden Nerven entsprach.

Zu meinen Versuchen wurde ich durch die übrigens Pouchet schon bekannte Thatsache angeregt, dass in einem Fischteiche des Herrn Dr. Anton Ehlers in Klosterneuburg bei Wien unter den normal gefärbten Thieren einige dunkle Exemplare umherschwammen, die sich bei näherer Untersuchung als blind (Katarrakte der Linse) herausstellten.

Es ist eine durch die Untersuchungen von Brücke,[1] Leydig,[2] Pouchet und in neuerer Zeit von Heinke[3] voll-

[1] Brücke: Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrik. Chamäleons. Denkschriften der kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien, math. naturw. Classe. 1854.

[2] Fr. Leydig: Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. 1876.

Fr. Leydig: Lehrbuch der Histol. des Menschen und der Thiere. 1857.

[3] Heinke: Bemerkungen über den Farbenwechsel einiger Fische: Schriften des naturwissenschaftlichen Vereines für Schleswig-Holstein. 1875. Beschreibt mit minutiöser Genauigkeit das Farbenspiel und die Thätigkeit

kommen bewiesene Thatsache, dass bei Reptilien, Amphibien und Fischen der Wechsel der Hautfärbung von dem Wechsel des Contractionszustandes der Farbzellen (Chromatophoren) abhängt. Haben also die Zellen ihre Fortsätze ausgestreckt, so erscheint das Thier dunkler, da der Farbstoff auf eine grössere Fläche vertheilt ist; sind dagegen die Farbzellen contrahirt und der Kugelgestalt genähert, so nehmen sie einen geringeren Raum ein, so dass das Gewebe der Umgebung vollständig frei von Farbstoff ist. In Folge dessen erscheint die betreffende Stelle heller. Diese Veränderungen kann man leicht direct mit dem Mikroskope an einer aufgespannten Flosse beobachten. Da aber die spontanen Veränderungen des Contractionszustandes gemeinhin etwas lange auf sich warten lassen, bedient man sich besser der Einwirkung des Inductionsstromes. Man schneidet also z. B. einer mässig grossen Forelle (grosse Exemplare eignen sich wegen der Undurchsichtigkeit der Flossen nicht hiezu) die Brust- oder Bauchflosse ab, breitet sie auf einem Deckglase auf und bringt sie in einer feuchten Kammer auf zwei Stanniolplättchen, die mit der secundären Spirale eines Inductionsapparates in Verbindung stehen und leitet nun den Strom hindurch. Man bemerkt schon nach etwa $^1/_2$ Minute, wie die vorher zierlich verzweigten, sternförmigen Farbzellen allmählig ihre Fortsätze einziehen und zur Kugelgestalt schrumpfen. Hierbei sieht man deutlich, dass das Pigment gegen das Centrum der Zelle wandert; nicht selten bleiben aber Pigmentkörnchen in den Ramificationen zurück, sei es dass sich die Protoplasmafortsätze nicht sämmtlich zusammenziehen, sei es, dass einzelne Körnchen aus der Protoplasmamasse herausgedrängt werden und in den Räumen, wo früher die Fortsätze lagen, zurückbleiben, sei es endlich, dass die Bewegung der Körnchen überhaupt nicht darin besteht, dass sie vom Protoplasma mitgeschleppt, sondern dass sie vielmehr innerhalb des Protoplasma in Folge der Erregung von der Peripherie gegen das Centrum gedrängt werden.

Man kann auch makroskopisch an der Rückenhaut der Forelle die Einwirkung des Inductionsstromes, der am schonend-

---

der verschieden gefärbten Chromatophoren bei *Gobius Ruthensparri*. Cit. in Semper's Existenzbedingungen der Thiere. Leipzig, 1880.

sten mit Lederbausch-Electroden applicirt wird, studiren. Bei Anwendung schwacher Ströme bemerkt man nach etwa $^1/_2$—1 Minute an jenen Stellen, wo die Electroden angesetzt wurden, bald sich der Form der Electroden anschliessende, bald ausgebreitetere helle Flecke, die etwa nach einer halben Stunde der allgemeinen Hautfarbe weichen. Dieser Versuch der localen Reizung der Pigmentzellen gelang auch bei blinden, also dauernd dunkelgefärbten Forellen, so dass die Annahme Pouchet's, dass durch den Mangel des Lichtreizes eine Paralyse der Chromatophoren hervorgerufen würde, nicht ganz zuzutreffen scheint.

Aus einer solchen localen Reizung von Zellen ist es noch nicht gestattet, auf die Beeinflussung dieser Zellen durch Nervenfasern einen Schluss zu ziehen. Man hat aber in dem elektrischen Strome ein sehr gutes Mittel die Nervenbahnen, durch welche der Reiz geleitet wird, zu verfolgen.

Wenn man in das Rückenmark einer Forelle zwei Nadeln, die mit den Electroden leitend verbunden sind, einsticht und den Inductionsstrom einwirken lässt, so bekommt, wenn der Strom stark genug ist, das Thier Tetanus, während es zu gleicher Zeit eine hellgraue Farbe annimmt. Man kann dieses allgemeine Abblassen noch leichter beobachten, wenn man vorher an einer Stelle die Hautnerven subcutan durchschnitten hat, wodurch die Chromatophoren vom Einflusse des Stromes ausgeschlossen werden und auf diese Weise im Zustande der Ruhe, also in Expansion verharren. Sistirt man den Strom, so kehrt nach einigen Minuten die frühere Hautfarbe zurück. Man kann also, wenn das Thier nicht zugrunde geht, dieses Abblassen und Dunkelwerden einigemale wiederholen. Es kann nun der Reiz auf zwei Wegen zu den Pigmentzellen gelangt sein, entweder durch das Rückenmark durch Vermittlung der Spinalnerven, oder durch den Sympathicus, der durch seine zahlreichen Anastomosen mit den Spinalfasern bei Rückenmarksreizung ebenfalls in den Stromkreis hineinbezogen wird. Um dies zu ermitteln, machte ich folgendes Experiment:

Es wurden einer Forelle in der oben beschriebenen Weise Nadelelectroden über der Kiemenspalte in einer Entfernung von 2—3 *cm* in das Rückenmark gesenkt. Um das Thier einestheils länger am Leben zu erhalten, und anderntheils im Trockenen

reinlicher zu operiren, wurde die künstliche Respiration eingeleitet, indem mittelst eines Kautschukschlauches, der mit einem hochgestellten Wassergefässe in Verbindung stand und im Maule der Forelle durch eine Nadel fixirt war, constant frisches sauerstoffreiches Wasser über die Kiemen geleitet wurde. Wurde nun der Strom eines Du Bois'schen Inductoriums durch die Medulla spinalis geleitet, trat wie bereits geschildert neben dem Tetanus ein totales Abblassen der Hautfarbe ein. Nun wurde das Rückenmark vor der Fettflosse mittelst eines spitzen Scalpells durchtrennt und die Wechselströme abermals durchgeleitet. Man kann sich von der Einwirkung des Stromes leicht Gewissheit verschaffen, ob das Rückenmark auch wirklich vollkommen durchtrennt ist, wenn man für einige Zeit die künstliche Respiration unterbricht und das Thier auf diese Weise der Erstickungsgefahr aussetzt. Es wird, wenn der Schnitt gelungen ist, mit den vor der Durchschneidungsstelle befindlichen Thorax- und Flossenmuskeln Bewegungen und Contractionen intendiren, die Schwanzflosse hingegen ist gelähmt und bleibt unbeweglich liegen.

Die Wirkung des elektrischen Stromes ist nun einerseits ein Tetanus, der sich nur bis zur Durchschneidungsstelle erstreckt, andererseits eine Contraction des Chromatophoren, welche aber die ganze Hautfläche bis zum distalen Ende des Thieres betrifft. Auf diese Weise ist das Rückenmark als Leitungsbahn für den Reiz ausgeschlossen und es bleibt nur noch der Weg durch den Sympathicus übrig. Man lässt das Thier sich erholen und die normale Hautfarbe zurückkehren und durchtrennt dann mit Scheere oder Messer den unter den Wirbelkörpern dorsal von der Niere verlaufenden Sympathicus. Da man zugleich Aorta und Vena cardinalis durchschnitten hat, tritt starke Blutung auf, die uns den Erfolg des Schnittes beweist. Nun reizt man abermals. Es tritt wie vorher Tetanus bis zur Durchschneidungsstelle ein. Aber auch die Contraction der Chromatophoren erstreckt sich nicht mehr über die gesammte Hautoberfläche, sondern ist abgegrenzt durch eine Linie, die von der Schnittstelle schräg ventral und nach hinten zieht.

Der Einwand des Blutverlustes lässt sich bei diesem Experimente wohl kaum machen, indem die Anaemie einerseits in einer halben Minute noch nicht auf die Chromatophoren wirken

kann, während anderseits der deutliche Contour der Abgrenzungslinie zwischen contrahirten und nicht contrahirten Pigmentzellen keine Erklärung zuliesse. Um aber vollkommen sicher zu gehen, wiederholte ich das Experiment an einer Forelle, der nach dem Rückenmarksschnitte das Herz exstirpirt wurde. Auch hier trat erst nach Durchschneidung des Sympathicus die Färbungsdifferenz der vor und hinter der Durchschneidungsstelle gelegenen Partie ein.

Ein Umstand scheint mir der Beachtung werth. Wenn man den Sympathicus durchtrennt hat, kann man deutlich bemerken, dass der hintere Körpertheil rascher als der vordere nachdunkelt; es kann dies nur so erklärt werden, dass man einen durch Lichtwirkung hervorgerufenen, constant von der Retina durch den Sympathicus zu den Zellen gehenden Strom annimmt, der die Chromatophoren im contrahirten, also im Reizzustande erhält. Wenn man die Nadelelectroden in das Rückenmark des isolirten Schwanztheiles einsenkt und abermals reizt, so erhält man ein zwar deutliches, aber nicht so intensives Abblasssen der hinteren Hautoberfläche.

Den ganzen Versuch konnte ich mit völlig übereinstimmendem Resultate ausser an *Salmo fario* noch an *Anguillula fluviatalis* anstellen.

Über die Beeinflussung des Contractionszustandes der Farbstoffträger vom Nervensysteme gibt uns auch die Vergiftung der Versuchsthiere mit Curare einen Aufschluss. Es ist durch die Untersuchungen von Kölliker,[1] Bernard[2] der lähmende Einfluss des Pfeilgiftes auf die Nervenendplatten der quergestreiften Muskeln festgestellt worden. Bernard hat auch bei grossen Gaben von Curare starke Speichel- und Harnsecretion, sogenannte paralytische Secretion als Folge der Beeinflussung secretorischer Fasern erkannt. Bidder[3] wies Lähmung der vasomotorischen Nervenendigungen in den Gefässen nach, während Kölliker zeigte, dass ebenfalls nach grossen Dosen bei Reizung des Sympathicus keine Pupillenerweiterung aufträte. Eine Beeinflussung

[1] Archiv für pathol. Anatom. v. Virchow. Bd. X, S. 3. 1856.
[2] Comtpes rendus. XLIII.
[3] Archiv für Anatomie und Physiol. 1865, S. 337.

der Hautfarbe der Fische ist meines Wissens noch niemals beschrieben worden.

Wenn man einer Forelle subcutan mit einer Pravaz'schen Spritze etwa 3—4 cm^3 einer Curarelösung (Curare mit gleichen Theilen aqua destillata und Glycerin) injicirt, so tritt mit den Lähmungserscheinungen von Seiten der willkürlichen Muskulatur auch eine deutlich wahrnehmbare dunklere Hautfärbung auf, die sich insbesondere an der Bauchseite, wo die Forelle bei normaler Färbung vollkommen hell erscheint, durch das Auftreten zahlreicher schwarzer Pünktchen und Stippchen manifestirt.

Schöner kann man das Dunkelwerden erkennen, wenn man nicht das ganze Thier der Curarewirkung aussetzt.

Man schlitzt etwa in der Leibesmitte durch einen Längsschnitt die Bauchwand, drängt Darm und Niere zur Seite und comprimirt mittelst eines Hollundermarkstückes, das durch eine Massenligatur an die Wirbelkörper gepresst wird, die grossen Gefässe und verhindert auf diese Weise die Communication des Blutes der vorderen und hinteren Körperhälfte. Sodann injicirt man subcutan die Curarelösung in die vordere Leibeshälfte, woselbst man nach etwa 10 Minuten eine dunkle, durch die Massenligatur scharf nach hinten abgegrenzte Färbung auftreten sieht.

Dieses Phänomen gestattet den Schluss, dass durch das Pfeilgift, ähnlich wie die Nervenendplatten im willkürlichen Muskel, auch die Nervenendigungen in den Pigmentzellen gelähmt werden, und dass dann durch diese Lähmung die Beherrschung des Contractionszustandes vom Nervensysteme, respective von dem früher angenommenen Reizstrom, der constant von der Netzhaut zu den Chromatophoren geht, aufgehoben wird. Es tritt also durch die Curarevergiftung derselbe Expansionszustand der Farbzellen ein, wie nach subcutaner Durchschneidung der zur Haut ziehenden Hautnerven. Dass die Chromatophoren wirklich vollständig dem Einflusse des Nervensystemes entzogen sind, kann man mit Hilfe des Inductionsstromes leicht zeigen.

Man senkt wieder die Nadelelectroden in das Rückenmark der curarisirten Forelle oder der curarisirten Fischhälfte und reizt mit dem Inductionsstrome. Wenn man auch kräftige Ströme anwendet, die heftigen localen Muskeltetanus auslösen, so bleibt

die Hautfarbe doch vollkommen unverändert. Nur an den Einstichstellen der Nadelelectroden bemerkt man helle, der localen Zellreizung entsprechende Stellen. Dass diese Contraction nichts mit dem Nervensysteme zu thun hat, kann man leicht darthun, wenn man ein Stück der durch Curare vergifteten Haut durch Auflegen von Electroden der localen Stromwirkung aussetzt. Auch hier tritt Contraction der Chromatophoren und Aufhellung um die Electroden ein, welche gewöhnlich, wenn das Gewebe noch nicht abgestorben ist, nach einigen Minuten verschwindet.

Aus dem bisher Gesagten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Der Contractionszustand der Chromatophoren kann vom Nervensysteme beeinflusst werden.

2. Der Contractionszustand der Chromatophoren kann auch bei ausser Function gesetztem Nervensystem durch locale Reize (z. B. electrischen Reize — nach Siebold[1] ferner durch Druck) beeinflusst werden.

3. Die Chromatophoren sind im Ruhezustande expandirt, mit zahlreichen Fortsätzen versehen, im Zustande des Reizes sind sie dagegen contrahirt.

Die Chromatophoren der Fische und des Chamäleons gleichen sich also darin, dass sie beide im Zustande des Reizes contrahirt sind, während die der Cephalopoden durch den Reiz expandirt oder richtiger auseinander gezerrt werden. Ein grosser Unterschied existirt aber zwischen dem Chamäleon und den Fischen, indem beim Chamäleon die Dunkelheit das Thier hell macht, also als Reiz wirkt, während es durch die Bestrahlung dunkel wird. Diese Einwirkung findet noch so local statt, dass man auf einem in die Sonne gesetzten Chamäleon durch einen beschattenden Stanniolgürtel einen hellen Streifen hervorbringen kann.[2] Bei den Fischen hingegen wirkt das Licht nur, insoferne es die Augen trifft, von diesen aus reflectorisch reizend. Local habe ich keine Einwirkung auf die Chromatophoren bemerkt.

---

[1] C. Th. Siebold v.: Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. 1863. S. 14—19.

[2] Brücke: Über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleon (wie oben).

Die hier aufgestellten Schlussfolgerungen sind aus Beobachtungen gezogen, die sich auf die dunklen Pigmente von *Salmo fario, Perca fluviatilis* und *Umbra Krameri* erstreckten.

Die rothen auf dem ganzen Körper der Forelle vertheilten Tupfen scheinen von Pigmentzellen gebildet zu werden, die physiologisch und histologisch ein vollständig verschiedenes Verhalten gewähren. Weder bei Reiz von Seiten des Nervensystems, noch bei localer Einwirkung des Inductionsstromes kann man makroskopisch die Intensität der rothen Farbe modificiren. Wenn man mit dem Gefriermikrotom hergestellte Schnitte oder Rückenflossen mit eingelagerten Tupfen mikroskopisch untersucht, bemerkt man eine grosse Anzahl kleiner gelbroth gefärbter Zellen mit spärlichen Fortsätzen. Auf elektrischen Reiz contrahiren sie sich erst nach langer Einwirkung starker Ströme, wobei häufig früher einheitlich erscheinende Farbzellen in unregelmässig gestaltete Zellkörper zu zerfallen scheinen. Man wird kaum irre gehen, wenn man diese rothen Tupfen in die Reihe der starren Pigmentirungen Siebold's[1] rechnet. Es scheinen wenig bewegliche Zellen, möglicherweise Bindegewebskörperchen zu sein, die mit gelbrothen Fetttröpfchen reichlich infiltrirt, aber wie es scheint dem Einflusse des Nervensystemes entzogen sind.

Obwohl physiologisch durch die erwähnten Experimente von Stark, Shaw, Pouchet der Zusammenhang zwischen Nervenfasern und dunklen Pigmentzellen kaum mehr zweifelhaft sein konnte, so ist doch, soweit ich die Literatur kenne, noch niemals der anatomische Nachweis dieses Zusammenhanges für die Fischhaut erbracht worden.

Leydig[2] erwähnt diese Nervenverbindung bei Schlangen: „Noch glaube ich auch hier beobachtet zu haben, dass ein Theil der Endausläufer (der Nerven) sich mit den Chromatophoren verbindet; die Nervensubstanz geht unmittelbar in das contractile Protoplasma über . . . Bei den Lacerten[3] sah Leydig ebenfalls,

[1] Siebold: Süsswasserfische. 1863.

[2] Leydig: Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien Arch. f. mikr. Anat. 1873.

[3] Leydig: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen. 1872.

dass Nervensubstanz und Chromatophoren schliesslich in eins zusammenfliessen können."

Ehrmann[1] untersuchte bei *Rana esculenta* diese Nervenverbindung mit der Goldmethode. Er beschreibt Nerven, die „in das Protoplasma" der Pigmentzellen übergehen. „Diese Pigmentzellen gehen nach unten in einen breiten Fortsatz aus, der meist ohne scharfe Grenze in die breite marklose Nervenfaser übergeht."

Leydig[2] beschreibt in der Fischhaut Nervenfasern die, 4—6 an Zahl, in die Papillen eintreten, um dort in einer gewissen Entfernung vom Ende der Papille ihre doppelten Contouren zu verlieren; über ihr weiteres Schicksal gibt Leydig nichts an.

In neuerer Zeit hat Ernst Schöler[3] diese Untersuchung wieder aufgenommen und sowohl an der Dotterhaut von Fischembryonen, als auch an ausgespannten Flossen die Anwesenheit von Nervenfasern festgestellt. Über die Endigungsweise der Nerven, die er mit der Goldmethode dargestellt hat, schreibt er: „Fast stets konnte ich dann erkennen, wie die feinen Fäserchen in Verbindung treten mit eigenartig gestalteten zwischen und unter dem Epithel gelegenen Zellen." . . . „In ihrem Aussehen erinnern sie am meisten an amöboide Zellen, welche Pseudopodien ausstrecken und wieder einziehen. Fast stets zeigen die Zellen, welche mit den Langerhans'schen Zellen grosse Ähnlichkeit haben, feine Fortsätze." Ob jede dieser Zellen mit einer Nervenfasern in Verbindung tritt, kann Herr Schöler nicht angeben. Verbindungen mit Pigmentzellen hat er nie gesehen.

Für meine Untersuchungen, die ich an *Umbra Krameri, Perca fluviatilis* und *Salmo fario* angestellt habe, fand ich in der ausgespannten Flosse das geeignetste Object, da sich durch die mit Schuppen bedeckte Fischhaut nach der Goldbehandlung nur schwer entsprechend dünne Schnittchen führen lassen. Durch feines Zerzupfen von Hautstückchen, deren Kittsubstanz durch Anwendung starker Ameisensäurelösung nach der Goldchloridbehandlung genügend gelockert ist, kann man häufig genug z. B.

---

[1] Ehrmann: Über Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut. Stzber. d. k. Akad. in Wien. 1881. Juni.

[2] Leidig: Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. 1851.

[3] Ernst Schöler: Beitrag zur Kenntniss der Nerven in der Epidermis der Fische. Inaug. Diss. Bonn. 1885.

bei *Perca fluviatilis* Pigmentzellen bemerken, die mit deutlichen Nervenfasern in Verbindung stehen. Über den früheren Verlauf dieser Fasern erfährt man aber auf diese Weise nichts. Ehe ich auf die Beschreibung der Nervenverbindungen eingehe, möchte ich einige orientirende Bemerkungen über die Histologie der Flosse und über die Präparationsmethoden, die mich zum Ziele führten, voranschicken.

An der ausgespannten Rückenflosse z.B. von *Umbra Krameri* bemerkt man makroscopisch 15 Flossenstrahlenbündel, von denen jedes einzelne mit Hilfe des Mikroskops seine Zusammensetzung aus vielen divergirend verlaufenden Flossenstrahlen erkennen lässt. Zwischen den Flossenstrahlenbündeln lässt sich eine der Schwimmhaut des Frosches ähnliche Membran auspannen, deren bindegewebige Grundlage von einem Plattenepithel bedeckt ist.

Die Flossenstrahlenbündel leiten die grossen Gefässe und Nerven gegen das distale Ende der Flosse und tragen reichlich Pigmentzellen. Im Unterschiede zu den Brust- und Bauchflossen derselben Species findet man aber auch in der Rücken- und Schwanzflosse in der ausgespannten Schwimmhaut einzelne Pigmentzellen, die sich wegen der Durchsichtigkeit der Membran am geeignetsten für die Untersuchung der Nervenverbindung erwiesen. Diese Zellen liegen nicht frei und unregelmässig, sondern dicht an Capillargefässen, die von den grösseren Stämmchen in den Flossenstrahlenbündeln abzweigend, durch Anastomosis mutua verbunden ein zierliches Netz in der Schwimmhaut darstellen.

Die Nerven darzustellen bediente ich mich folgender Methode. Das eben getödtete Fischchen wird für einen Tag in feuchter Athmosphäre, etwa in einem luftdicht verschlossenen Exsicatorglase aufbewahrt. Sodann legt man die aufgespannte Flosse für 5—6 Stunden in eine Lösung von 2 Theilen destillirtem Wasser und einem Theile Acidum aceticum glaciale. Nach sorgfältigem Ausspülen mit destillirtem Wasser kommen sie sodann in eine $^1/_{10}$ % Goldchloridlösung, wo ich sie so lange liess, bis sie dunkelbraun geworden waren, was nach 12—24 Stunden eintrat. Nachher wurde erst reducirt und zwar, da sich die gewöhnliche Prichard'sche Lösung als zu wenig reductionskräftig erwies, mit einem Gemisch von 100 Theilen Wasser, 5 Theilen Ameisen-

säure und 5 Theilen Amylalkohol. Angesehen und aufbewahrt wurden die Präparate in Glycerin, dem eine Spur Ameisensäure zugesetzt war.

Die zarten marklosen Nerven durchziehen bald frei, bald durch Anastomosen mit einander verbunden in grosser Anzahl die Flosse. Oft schliessen sie sich Capillargefässen für kurze Strecken an und da konnte ich dann relativ oft ihre Verbindung mit den Zellen beobachten. Der Übergang der Nervensubstanz in die Chromatophoren ist ein allmäliger; scharfe Ränder als Grenze zwischen Nerv und Pigmentzelle waren niemals zu sehen. Man bemerkt sogar häufig den obersten Theil der Nerven auch noch pigmentirt, was für den allmäligen Übergang der contractilen Zellsubstanz in die nervöse Faser deutlich Zeugniss gibt. Häufig, besonders an den Vereinigungsstellen zweier Stämmchen, sind in dem Verlaufe der dunkelgrau bis blauviolett tingirten gracilen Fasern Anschwellungen, sogenannte Nervenkerne vorhanden. Die meisten Nervenfasern endigen „frei", d. h. ihre Contour wird immer undeutlicher und verschwindet dann vollständig. Verbindungen mit Bindegewebskörperchen, die von Lavdowsky[1] im Froschlarvenschwanze, ferner von Calberta[2] und in neuerer Zeit von E. F. Hoffmann[3] (im Mesenterium des Frosches) beschrieben worden sind, konnte ich ebenfalls sehen.

Die Details der Nervenverbindung mit Chromatophoren will ich mir an den beigelegten Bildern zu erklären erlauben.

Figur 1 stellt ein aus zwei Ästchen gebildetes Capillargefäss mit zahlreichen Capillarkernen dar, das zur rechten Seite von einer Nervenfaser begleitet wird. Nahe der Vereinigungsstelle der Capillarzweigchen ist die Faser zu einem Nervenkerne angeschwollen; von da an zieht sie in fast gerader Richtung zur Pigmentzelle, mit deren unteren Protoplasmafortsatze sie deutlich verschmilzt. Der scharfe Contour der Faser setzt sich auf das untere Segment der Zelle fort, so dass eine Abgrenzung der

---

[1] Lavdowsky: Einige Bemerkungen, die Beobachtungen von Dr. Klein und Burdon-Sanderson betreffend. Med. Centralbl. 1872.

[2] Calberla: Entwickelung der quergestreiften Muskeln und Nerven der Amphibien und Reptilien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI.

[3] E. F. Hoffmann: Über den Zusammenhang der Nerven mit Bindegewebskörperchen. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch in Wien. 1887.



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien. VII. Bez.

beiden Gebilde nicht anzugeben ist. Oberhalb der Zelle bemerkt man sowohl in Figur 1 als in Figur 2 eine Faser ziehen, die mit den Pigmentzellen nicht mehr in einer Ebene steht. Aus der Häufigkeit dieses Verhaltens kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass die zur Zelle ziehende Nervenfaser nur mit einem Theile des Protoplasma der Chromatophoren sich verbindet, im übrigen aber unter der Zelle hinwegzieht und erst auf der andern Seite derselben wieder sichtbar wird. Leider war ein Weiterverfolgen dieser Fasern nicht möglich. Es ist mir wahrscheinlich, dass ein und dieselbe Nervenfaser mehrere Zellen innervirt, wodurch obiges Verhalten völlig erklärt wäre.

Figur 3 stellt zwei Pigmentzellen aus der Brustflosse der Bachforelle dar. Auch hier geht contractiles Zellprotoplasma und Nervenfaser unvermittelt in einander über. Ob eine Verbindung der Faser mit der unteren Pigmentzelle vorhanden ist, konnte ich nicht bestimmt entscheiden, da ein Flossenstrahl gerade über diese Stelle hinwegzog.

Figur 4 ist nach einem Zupfpräparate von der Rückenhaut eines kleinen Flussbarsches gefertigt. Die für die Species *Perca fluviatilis* charakteristisch grosse, vielverzweigte Pigmentzelle geht auch hier ohne deutliche Grenze in die Nervenfaser ein.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Pigmentzelle mit Nervenfaser von *Umbra Krameri*.
Ocul. III, Obj. VIII. (Hartnak.)

Fig. 2. Pigmentzelle mit Nervenfaser von *Umbra Krameri*.
Ocul. III, Obj. VIII (Hartnak.)

Fig. 3. Pigmentzellen mit einer Nervenfaser aus der Flosse von *Salmo fario*.
Ocul. III, Obj. XI. Imersion. (Hartnak.)

Fig. 4. Pigmentzelle aus der zerzupften Rückenhaut von *Perca fluviatilis*.
Ocul. III, Obj. VIII. (Hartnak.)

VII. SITZUNG VOM 13. MÄRZ 1890.

Der Secretär legt das eben erschienene Heft VIII—X (October—December 1889) des 98. Bandes, Abtheilung I der Sitzungsberichte, ferner das Heft I (Jänner 1890) des 11. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Die fürstl. Liechtenstein'sche Hofkanzlei in Wien macht mit Zuschrift vom 3. März l. J. die Mittheilung, dass Seine Durchlaucht der regierende Fürst Johann von und zu Liechtenstein, Ehrenmitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, zur Förderung der wissenschaftlichen Durchforschung Kleinasiens für die nächsten sechs Jahre von diesem Jahre angefangen einen Beitrag von jährlich fünftausend Gulden ö. W. zu widmen und der kaiserlichen Akademie zur Verfügung zu stellen beabsichtigt, wobei Seine Durchlaucht dem besonderen Wunsche Ausdruck gibt, dass diese Widmung den österreichischerseits bereits mit glücklichem Erfolge begonnenen archäologischen Forschungen in Kleinasien zugewendet werden möge.

Das c. M. Herr Hofrath A. Bauer übersendet eine Arbeit aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien: „Zur Analyse der Harze und Balsame", von Max Bamberger.

Herr Dr. Josef Schaffer, Privatdocent und Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien, überreicht

eine Abhandlung: „Über das Verhalten fossiler Zähne im polarisirten Lichte.“

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Voyage of H. M. S. Challenger 1873—1876. Reports on the results. Published by Order of Her Majesty's Gouvernment. Physics and Chemistry. Vol. II. — Zoology. Vol. XXXII. London, 1889; 4°.

Verhalten fossiler Zähne im polarisirten Lichte

von

Dr. Josef Schaffer,
Privatdocent und Assistent an der histologischen Lehrkanzel der k. k. Universität in Wien.

Wie für fossile Knochen, gibt Valentin[1] auch für fossile Zähne an, dass die Fähigkeit ihrer Doppelbrechung im Vergleich zu recenten nicht die geringste Veränderung erlitten habe, und zwar stützte er diese Behauptung auf die Untersuchung von Zähnen eines *Madriosaurus*[2] und eines fossilen Rhinoceros,[3] von dem er an der angeführten Stelle sagt, dass das Dentin und der Schmelz desselben sich wie die gleichen Massen eines Säugethieres der Jetztwelt verhalten.

Ich habe für fossile Knochen den Nachweis erbracht,[4] dass sie sich in Bezug auf ihre Doppelbrechung im Allgemeinen umgekehrt verhalten wie recente, und dass Valentin's Behauptung nur für Knochen der jüngsten geologischen Epoche Geltung besitzt, keinesfalls aber für das von ihm untersuchte Aceratherium, welches den tertiären Formationen angehört. Für fossile Zähne zweifelte ich die Richtigkeit von Valentin's Ausspruch an, wegen des analogen Verhaltens des Zahnbein- und Knochengewebes, ohne Untersuchungen darüber mitzutheilen.

Ich erlaube mir nun hier kurz meine Erfahrungen über das Verhalten fossiler Zähne im polarisirten Lichte mitzutheilen, ohne

---

1 Vgl. Aeby, welcher sich in seinen Untersuchungen über das histologische Verhalten fossilen Knochen- und Zahngewebes (Arch. f. mikr. Anat-, Bd. XV, 1878) auf Valentin's Urtheil beruft.

2 Aeby, l. c.

3 Valentin, Untersuchungen der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Licht. Leipzig, 1861, S. 264.

4 Diese Berichte, 98. Bd., 1889.

auf die Structur derselben näher einzugehen und hoffe den Nachweis zu erbringen, dass es sich hier um vollständig analoge Erscheinungen, wie bei den fossilen Knochen handelt.

Der fibrilläre Bau der Grundsubstanz des Zahnbeines, welcher, wie beim Knochen die positive Doppelbrechung desselben bedingt, wurde zuerst von v. Ebner[1] nachgewiesen, während bis dahin die Zwischensubstanz zwischen den Dentinröhrchen gewöhnlich für homogen gehalten wurde. Diese Entdeckung scheint jedoch wenig Anklang gefunden zu haben, und die alte Vorstellung besitzt auch jetzt noch viele Anhänger, wohl weil die Verhältnisse, besonders an menschlichen Zähnen, noch viel minutiöser und verwickelter sind, als beim Knochen.

Ich war daher bemüht, ein Object zu finden, an dem einerseits die Fibrillen der Zahnbeingrundsubstanz leicht nachzuweisen wären, und das anderseits einen directen Vergleich seiner optischen Eigenschaften mit einem ähnlichen fossilen Vorkommen zuliesse.

Diese Bedingungen fand ich am Stosszahn des Elefanten gegeben; hier gelingt es in der That sehr leicht, die Fibrillen, oder besser Fibrillenbündel, zur Ansicht zu bringen, und hat man erst am recenten Zahn die für die Polarisationserscheinungen wichtige Verlaufsart derselben erkannt, ist es auch leicht, damit den ähnlich gebauten Stosszahn des fossilen *Elephas primigenius* zu vergleichen.

Fertigt man sich einen radialen Längsschliff durch den Stosszahn des Elefanten an, so sieht man die Dentinröhrchen im Allgemeinen senkrecht zur Längsachse vom Centrum zur Oberfläche ziehen, mit jenem eigenthümlichen regelmässigen Wellenverlauf, den Kollmann[2] genauer beschrieben und für den Grund der am Querschliff auftretenden charakteristischen Guillochirung bezeichnet hat.

Ohne die Frage näher zu erörtern, ob die Darstellung Kollmann's die verwickelte Erscheinung der Guillochirung hinlänglich erklärt, erwähne ich nur, dass die parallele Längsstreifung am Längsschliff, in der die einzelnen Streifen oft unter spitzen Winkeln in einander übergehen, im auf-

---

[1] Diese Berichte, 72. Bd., 1875, S. 75.

[2] Über die Structur der Elefantenzähne. Sitzber. d. Münchener Akad. (phys.-math. Cl.), 1871.

fallenden Lichte nur sichtbar wird, wenn die Blickrichtung mit der Längsaxe des Schliffes, das ist mit der Fibrillenrichtung zusammenfällt. Bei einer Drehung um 90°, das heisst, wenn das Licht senkrecht zur Fibrillenrichtung einfällt, verschwinden die Streifen, der ganze Schliff erscheint aber heller als in der früheren Stellung, eine Erscheinung, die an allen parallelfaserigen Structuren beobachtet werden kann.

Die Frage, inwieweit und mit welchem Guillochestreifen die Streifen des Längsschliffes zusammenhängen, lässt auch Kollmann unberührt. Entschieden für irrthümlich halte ich die Anschauung Kollmann's, dass auch die von ihm als concentrische Linien bezeichneten feinen Streifen des Elfenbeines auf Wellenbiegungen oder Knickungen der Zahnbeinröhrchen zurückzuführen seien, ebenso wie die damit zusammenhängende Behauptung, dass sich im Stosszahn, zum Unterschied vom Backenzahn, keine Interglobularräume vorfänden.[1]

Es ist mir nicht gelungen, die kleinen Knickungen, welche die zahlreichen concentrischen Linien bedingen sollen, wahrzunehmen, wie sie ja nach Kollmann's eigener Bemerkung auch Owen entgangen sind; und diese müssten doch am radialen Längsschliff wahrzunehmen sein, wenn sie wirklich in einer so typischen Weise vorhanden wären, um die leicht zu beobachtenden, concentrischen Contourlinien zu erzeugen. Einen weiteren Einwand gegen die Auffassung Kollmann's bildet der Umstand, dass sich diese concentrischen Linien bei Drehung des Schliffes um eine vertikale Achse nicht im Geringsten ändern, was doch der Fall sein müsste, wenn sie durch eine Reflexionserscheinung an gekrümmten Körnchen zu Stande kämen. Auch ist es nicht gleichgiltig, ob man sie bei auffallendem oder durchfallendem Lichte betrachtet, wie Kollmann meint,[2] da man in beiden Fällen nicht das gleiche Bild sieht; die im durchfallenden Lichte dunklen Streifen erscheinen im auffallenden Lichte hell, ein Fingerzeig, dass es sich hier um den Reflex lufthaltiger Räume handeln könnte.

Untersucht man die concentrischen Linien, die wir in Übereinstimmung mit dem Vorkommen an anderen Zähnen als Contourlinien bezeichnen müssen, am Querschliffe mit Immersionssystem (Apochromat 2 *mm* Brennweite von Reichert), so erweist sich in ihnen das Gefüge des Zahnbeines gleichsam lockerer; das typisch granuläre Ansehen wird durch kleine Räume unterbrochen, welche meist die Form von sphärischen Dreiecken mit verschieden langen Seiten besitzen. Die Dentinröhrchen gehen ohne merkbare Ablenkung durch diese Stellen hindurch.

Dasselbe Bild erhält man an Längsschliffen und besonders deutlich an geglühten Schliffen, an denen diese kleinsten Räume lufthaltig werden, und dadurch besonders deutlich hervortreten, wenn der Schliff nicht vollkommen aufgehellt ist. An einem gut aufgehellten radialen Längsschliff, welcher durch 20 Stunden bei 120° gekocht wurde und an dem die Contourlinien mit schwacher Vergrösserung als zarte Streifen sichtbar waren,

[1] L. c., S. 251.

[2] L. c., S. 244.

konnte ich mich durch sorgfältige Untersuchung mit den stärksten Systemen zweifellos überzeugen, dass es sich hier um kleinste Interglobularräume handelt, und gelang es mir auch leicht, die begrenzenden Zahnbeinkugelsegmente wahrzunehmen.

Die concentrischen Linien Kollmann's werden also durch kleinste Interglobularräume bedingt, und bilden Wachsthumsmarken, welche die Contouren der jeweilig thätigen Pulpaoberfläche wiedergeben.

So muss ich doch die Anschauung von Retzius,[1] welcher als Ursache der concentrischen Linien „weisse eckige Punkte oder Kalkzellen"[2] anführt, trotz der versuchten Widerlegung von Kollmann[3] für richtig halten. Ebenso hielt Owen[4] das Zustandekommen der Contourlinien durch „kleine Zellen" bedingt, wofür er der Erkenntniss seiner Zeit gemäss die Interglobularräume hielt.

Czermak,[5] welcher die Contourlinien bereits als Ausdruck einer schichtweisen Ablagerung betrachtete, erklärt sie ebenfalls als durch die von ihm beschriebenen und benannten Interglobularräume bedingt, fügt aber als weitere mögliche Ursache ihres Zustandekommens auch locale Erweiterung der Zahnbeinröhren oder wellenförmige Biegungen derselben an. Waldeyer[6] endlich hält die Contourlinien im Elefantenzahn „für wahrscheinlich durch Einlagerung feinkörniger Interglobularsubstanz" bedingt.

Untersucht man einen hinlänglich dünnen Längsschliff in Wasser, so kann man bereits ein eigenthümliches Structurbild wahrnehmen, das aber auf den ersten Anblick wenig einem fibrillären Bau der Grundsubstanz zu entsprechen scheint.

Die Grundsubstanz zwischen den Zahnbeinröhrchen erscheint gefeldert, wie grob gekörnt, als ob hier Querschnitte senkrecht zwischen den Dentinröhrchen aufsteigender Faserbündel vorliegen würden. Das ist aber nur eine Täuschung, hervorgerufen durch die Überkreuzung der stark lichtbrechenden Dentinröhrchen und schwach lichtbrechenden Faserzüge.

Wie wir uns an anders behandelten Präparaten überzeugen werden, ziehen die Fäserchen der Grundsubstanz am radialen Längsschliff im Allgemeinen senkrecht zu den Dentinröhrchen, und zwar nicht absolut parallel und vielfach auch in Ebenen, die

---

1 Müller's Archiv, 1837, S. 510.
2 „Zelle" im ursprünglichen Sinne.
3 Sitzber. d. Akad. d. Wiss. zu München, 1869.
4 Odontography.
5 Zeitschr. f. wiss. Zool., 1850, S. 316.
6 Stricker's Gewebelehre, S. 338.

zur Schnittfläche leicht geneigt erscheinen; sie sind zu ansehnlichen Bündeln vereint, die sich innig durchflechten, ein Umstand, welcher wohl für die grosse Elasticität des Elfenbeins massgebend ist.

Bei dieser Anordnung der Fasern ist es leicht zu begreifen, dass auch viele Schrägschnitte am radialen Längsschliffe zu Stande kommen, die ebenfalls zu dem eigenthümlich gefelderten Aussehen beitragen werden; als hauptsächlichstes Moment erscheint mir aber dafür die Überkreuzung der Faserzüge, deren seitliche Abgrenzung gegen einander deutlich sichtbar ist durch die stark lichtbrechenden Zahnbeinröhrchen. Der Theil des Faserzuges unter einem Dentinröhrchen gelangt nicht zur Wahrnehmung, und da die Entfernung zwischen zwei Dentinröhrchen beiläufig dem Breitendurchmesser eines Bündels entspricht, so kommen eben jene quadratischen oder auch unregelmässigen Felder zu Stande, welche dem Schliffe das granuläre Aussehen verleihen.

Deutlich wird die fibrilläre Structur, wenn man sich Schabepräparate von Elfenbein anfertigt, das in salzsäurehältiger Kochsalzlösung entkalkt wurde, und zwar ebenfalls dem radialen Längsschliff entsprechend, oder noch besser parallel der Oberfläche. Untersucht man diese Risspräparate in starker Kochsalzlösung, so erkennt man an dünnen Stellen ganz deutlich freie Rissenden von Faserbündeln und ihre dichte geflechtartige Anordnung, wie sie ähnlich von Ebner[1] auch für den Hundezahn beschrieben hat. Weiters sieht man an solchen Präparaten deutlich, dass die Bündel senkrecht zu den Zahnröhrchen verlaufen; dementsprechend erhält man an hinlänglich dünnen reinen Querschnitten des Zahnbeines eine ziemlich massive Felderung der Grundsubstanz, wie sie den quergetroffenen Bindegewebsbündeln entspricht, so dass es auf den ersten Anblick schwer erscheint, das Querschliffsbild vom Längsschliffsbild zu unterscheiden.

Mit diesen allgemeinen Erfahrungen über die Faserrichtung stimmen auch die Polarisationserscheinungen überein.

Bringt man einen radialen Längsschliff so zwischen gekreuzte Nikols über eine Gypsplatte Rot I. O., dass sein sagittaler

---

[1] L. c.

Durchmesser, also die Fibrillenrichtung in die erste Mittellinie der Gypsplatte fällt, so erscheint der Schliff lebhaft in steigender Farbe, bei einer Drehung um 90° in sinkender; reine Querschliffe hingegen zeigen in allen Azimuthen die Farbe des Gypsgrundes, reagiren also neutral.

Bringen wir nun zum Vergleiche einen radialen Längsschliff vom Dentin des *Elephas primigenius* (Diluvium, Niederösterreich) bei derselben Versuchsanordnung in die analogen Stellungen, so erscheint er in den entgegengesetzten Farben, das heisst in der oben beschriebenen ersten Lage in sinkender, in der darauf senkrechten in steigender Farbe, ist also im Gegensatz zum recenten Elfenbein negativ doppelbrechend.

Die Doppelbrechung ist an dünnen Stellen fast kaum wahrzunehmen, wird dagegen an dickeren sehr deutlich.

Wir finden also die an fossilen Knochen gemachte Erfahrung auch am fossilen Elefantenzahne bestätigt, dass mit dem Verluste der Fibrillen[1] eine Umkehr der Doppelbrechung verbunden ist.

Will man die Bedingungen für die negative Doppelbrechung, die Zerstörung der leimgebenden Fibrillen am recenten Dentin durch Glühen oder Auskochen künstlich hervorrufen, so gelingt dies leicht am Zahnbein des Menschen und vieler Säugethiere. Beim Elfenbein stösst dieser Versuch auf ungeahnte Schwierigkeit; wohl sinkt die Doppelbrechung an geglühten Elfenbeinschliffen bis zur neutralen Reaction, aber die deutliche Umkehr der Doppelbrechung lässt sich nur sehr schwer erreichen und ist mir nur an kleinen Schliffsplittern gelungen, welche tagelang bei 120° gekocht und nachträglich noch am Platinblech geglüht wurden. Die Erklärung dieser befremdlichen Erscheinung müssen wir in der Anordnung der ausserordentlich feinen Fibrillen suchen, welche es sehr schwer ermöglicht, einerseits beim Aufhellen des geglühten Schliffes alle Luft, beim gekochten Schliff den gelösten Leim aus den Fibrillenröhrchen zu entfernen.

---

[1] Bemerkenswerth ist der Umstand, dass das Dentin vom Stosszahne des *Elephas primigenius* im Gegensatz zu den anderen von mir untersuchten Knochen und Zähnen des Diluviums (vgl. meine citirte Abhandlung, S. 364 und das Nachfolgende) der Fibrillen bereits vollkommen beraubt ist.

Von anderen fossilen Zähnen untersuchte ich noch eine Zahnkrone von *Hemipristis* (Fundort Weinheim);[1] derselbe erwies sich als deutlich negativ doppelbrechend.

Weiters den Unterkieferbackenzahn einer Antilope(?) (Fundort Pikermi, Griechenland).

Dieser ist insoferne von besonderem Interesse, als an ihm stellenweise die Fibrillenröhrchen deutlich sichtbar sind, wie ich es an den Knochen desselben Individuums beschrieben habe.[2] In diesen präformirten Bahnen der Fibrillenröhrchen nun finden wir wieder jene eigenthümlichen braunen Massen noch reichlicher, als ich sie am Knochen gesehen habe, im Allgemeinen senkrecht zum Verlauf der Dentinröhrchen, welche auch auf kleinere Strecken hin von ihnen erfüllt sind.

Bringen wir diesen Schliff wieder so unter das Polarisationsmikroskop, dass die Fibrillenrichtung mit der ersten Mittellinie der Gypsplatte zusammenfällt, so erscheint er in lebhaft sinkender Farbe negativ doppelbrechend.

Zum Schlusse führe ich noch die Untersuchung eines Unterkieferbackenzahnes einer diluvialen *Arvicula* an (Fundort Zuzlavic, Böhmen). Die Knochensubstanz dieses Unterkiefers habe ich als positiv doppelbrechend beschrieben.

Die Dentinröhrchen laufen hier fast parallel der Längsachse des Zahnes, in sanften Curven von derselben sich zur Oberfläche neigend. Orientirt man den Zahn nun so über der Gypsplatte, dass seine Längsachse senkrecht zur ersten Mittellinie steht, so muss die Fibrillenrichtung in die erste Mittellinie fallen, und falls auch hier, wie am Knochengewebe des Unterkiefers die Fibrillen noch erhalten sind, muss der Zahn in steigender Farbe erscheinen. Dies ist nun in der That der Fall, das Zahnbein wirkt positiv doppelbrechend in Bezug auf die Fibrillenrichtung.

Damit haben wir das vollkommen analoge optische Verhalten fossilen Zahn- und Knochengewebes erwiesen, ein Umstand, der im fibrillären Bau beider Substanzen seine Erklärung findet.

---

[1] Aus Prof. Wedl's Sammlung.

[2] L. c., S. 351 ff.

[3] L. c., S. 376.

VIII. SITZUNG VOM 20. MÄRZ 1890.

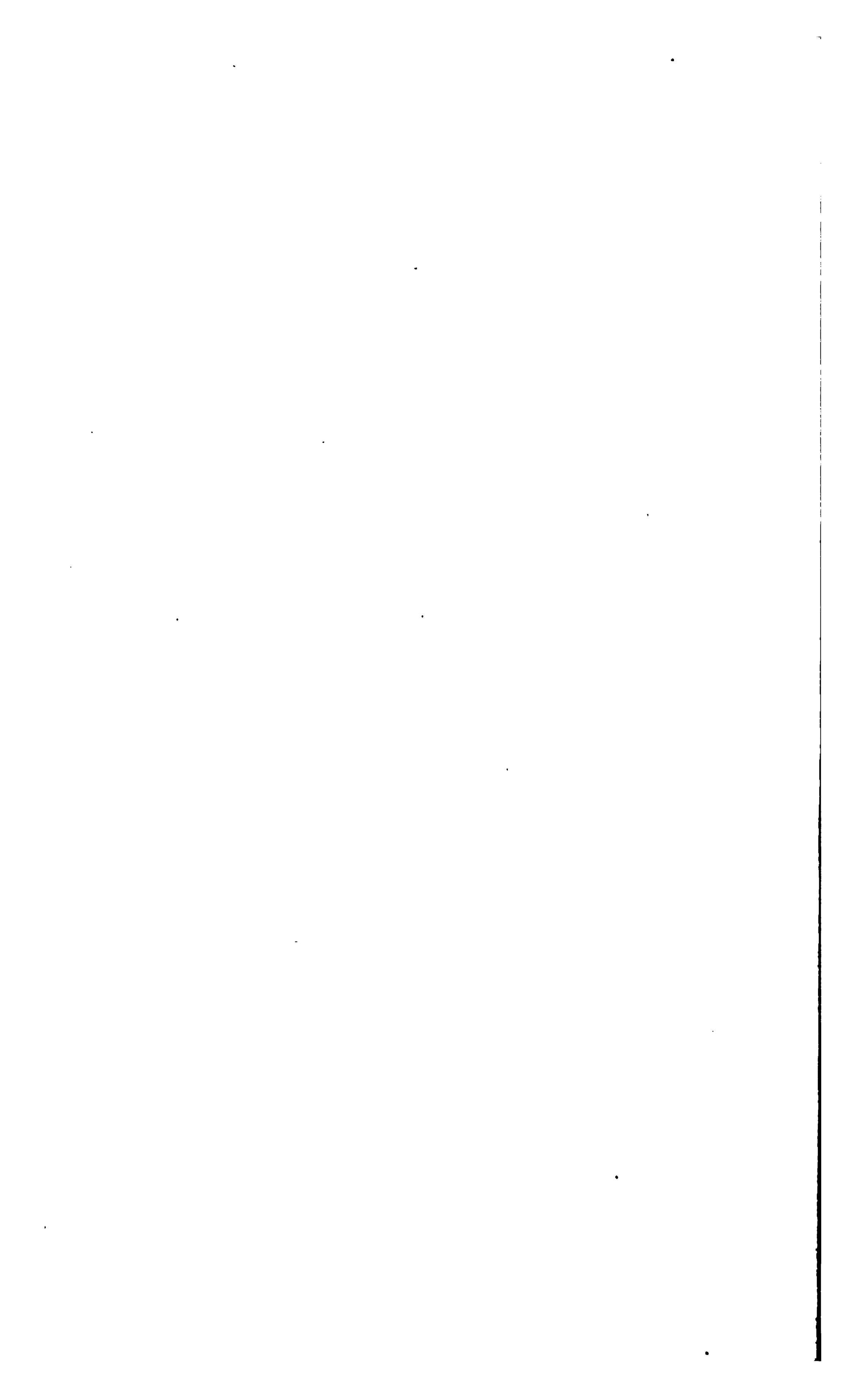
Der Secretär legt das Autoren- und Sachregister zu Bd. X. der Monatshefte für Chemie vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Claus überreicht die erschienenen Fortsetzungen des Werkes: „Arbeiten aus dem zoologischen Institute der k. k. Universität in Wien und der zoologischen Station in Triest". Bd. VIII, Heft I. (1888) und Heft II und III (1889).

Ferner theilt Herr Hofrath Claus die Ergebnisse seiner Untersuchungen: „Über die Organisation der Cypriden" mit.

Das w. M. Herr Hofrath L. v. Barth überreicht eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium des k. und k. Militär-Sanitäts-Comités in Wien, von Oberarzt Dr. Ladislaus Niemiłowicz, unter dem Titel: „Glycerinbromal und Tribrompropionsäure."

Der Vorsitzende, Herr Hofrath Director J. Stefan, überreicht eine im k. k. physikalischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit von Dr. Gustav Jäger: „Über die Wärmeleitungsfähigkeit der Salzlösungen."



SITZUNGSBERICHTE

DER

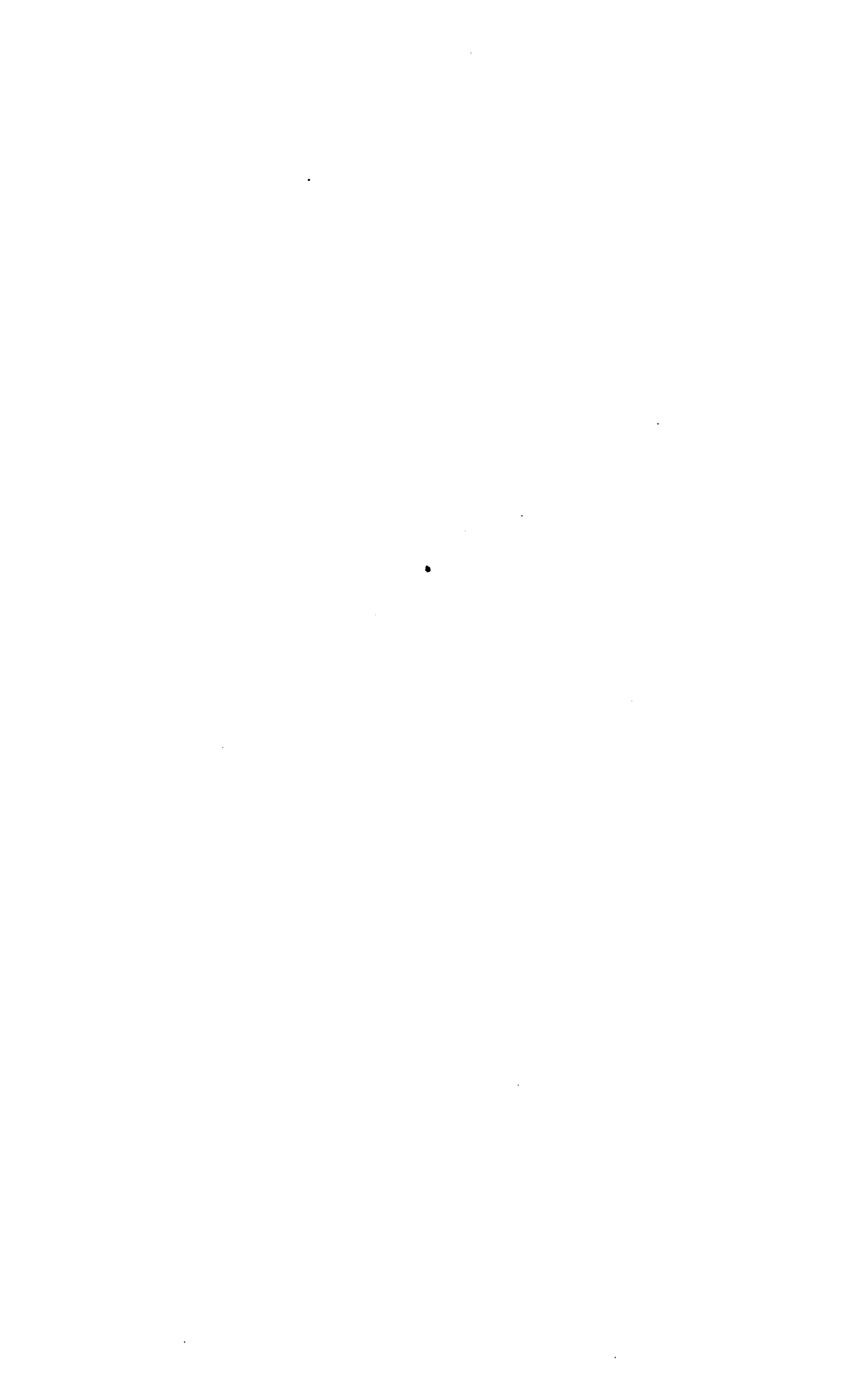
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. IV. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



IX. SITZUNG VOM 17. APRIL 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft X (December 1889) des 98. Bandes, Abtheilung II. a., der Sitzungsberichte vor. (Hiemit ist dieser Band in allen drei Abtheilungen vollständig erschienen.)

Die Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft in St. Petersburg übermittelt das Festprogramm zu dem am 7./19. Mai d. J. stattfindenden fünfundzwanzigjährigen Jubiläum der Präsidentschaft ihres gegenwärtigen Präsidenten.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Adolf Weiss in Prag übersendet eine Arbeit unter dem Titel: „Untersuchungen über die Tristome von *Coroskia budleoides* L.“

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Zahlentheoretische Studien“.

Das c. M. Herr Prof. R. Maly in Prag übersendet eine Arbeit von Julian Freydl aus dem chemischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Graz: „Über den Stickstoffabgang bei der Analyse von Guanidin- und Biguanidverbindungen nach der Methode von Will und Varrentrapp“.

Das c. M. Herr Hofrath Prof. E. Ludwig übersendet aus dem Laboratorium für angew. medicin. Chemie der k. k. Universität in Wien eine vorläufige Mittheilung: „Über das Lobelin“, von Dr. Heinrich Paschkis, Privatdocent für Pharmakologie und Dr. Arthur Smita, Assistent am genannten Laboratorium.

Herr Prof. Dr. A. Grünwald in Prag übersendet folgende Mittheilung: „Über das sogenannte II. oder zusammengesetzte Wasserstoffspectrum von Dr. B. Hasselberg und die Structur des Wasserstoffes."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Hohlcylinder; durch äussere Kräfte erzeugte Deformationen und Spannungen", von Prof. K. Fuchs in Pressburg.
2. „Beiträge zur Theorie des galvanischen Stromes. III. Über die Anwendung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf moleculare und im Besonderen auf elektrolytische Vorgänge", von Th. Gross, Docent an der technischen Hochschule in Berlin.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak überreicht den ersten Theil seiner Arbeit: „Über die Chloritgruppe".

Das w. M. Herr Hofrath Director J. Hann überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Das Luftdruckmaximum vom November 1889 in Mittel-Europa, nebst Bemerkungen über die Barometermaxima im Allgemeinen".

Das w. M. Herr Prof. C. Toldt überreicht eine Abhandlung von Prof. Dr. J. Janošik an der k. k. böhmischen Universität in Prag unter dem Titel: „Bemerkungen über die Entwicklung des Genitalsystems".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über das Phenol des Sassafrasöles", von Dr. C. Pomeranz.
2. „Über methylirte Phloroglucine", von A. Spitzer.

Das w. M. Herr Director E. Weiss spricht über den von Brooks am 20. März 1890 entdeckten teleskopischen Kometen, für welchen Herr Dr. F. Bidschof ein Elementensystem berechnet hat.

Bei dieser Gelegenheit erwähnt der Vortragende, dass Herr Spitaler den am 2. September 1888 von Barnard entdeckten

Kometen (1889 I) nach seiner Conjunction mit der Sonne am 28. März d. J. am grossen Refractor der Wiener Sternwarte wieder aufgefunden hat.

Das w. M. Herr Prof. V. v. Lang überreicht folgende Mittheilung: „Bemerkung zu der Theorie der atmosphärischen Elektricität des Hr. Arrhenius“, von Anton Lampa.

Das c. M. Herr k. und k. Oberstlieutenant des Artilleriestabes Albert v. Obermayer überreicht eine Abhandlung: „Über eine mit der fortführenden Entladung der Elektricität verbundene Druckerscheinung“.

Herr Dr. S. Oppenheim, Privatdocent für Astronomie an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des Kometen 1846, VIII.“

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Le Prince Roland Bonaparte, 1. Le Glacier de l'Aletsch et le Lac de Märjelen. Paris 1889; 4°. — 2. Le premier Établissement des Néerlandais à Maurice. Paris 1890; 4°.

Bemerkungen über die Entwicklung des Genitalsystems.

von

Dr. J. Janošík,

Professor an der k. k. böhmischen Universität in Prag.

(Mit 1 Tafel.)

Über die Entwicklung und Deutung der einzelnen Abschnitte des Genitalsystems bestehen auch in der neuesten Zeit namhafte Controversen. Ich habe mir vorgenommen, nochmals diese Frage zu studiren, und zwar in der Art und Weise, dass ich zunächst eine Controle vornahm, bei den von mir schon untersuchten Thieren, und dass ich meine Untersuchungen auf die spätere Entwicklung der Geschlechtsdrüsen beim Hühnchen ausdehnte.

Unter den Säugethieren untersuchte ich eine ziemlich vollständige Serie von Schafembryonen. (0·5*cm*; 0·65*cm* Körperlänge, ohne Rücksicht auf die Krümmung gemessen; dann 1·2, 1·9, 2, 2·3, 2·4, 2·8, 3, 3·3, 3·6, 4·4, 5*cm* Körperlänge und ältere. Hier ist die Länge vom Scheitel zur Schwanzwurzel den Krümmungen entlang gemessen gemeint.)

Ich will in das Detail, nur soweit es nöthig ist, eingehen, und in Kürze meine Befunde, soweit sie die Controversen berühren, anführen.

Zuvor möchte ich auf die Frage nach der Entstehung der Genitalgänge eingehen, besonders des Müller'schen Ganges.

Es ist wohl bisher auch nicht sicher nachgewiesen, woher eigentlich der Urnierengang den Ursprung nimmt. Für die ectodermale Anlage desselben trat in neuester Zeit Flemming[1]

[1] Flemming: Die ectobl. Anlage des Urogenitalsystems bei Kaninchen. Arch. f. Anatomie und Physiol. 1886.

beim Kaninchen ein, nachdem Spee[1] schon zuvor für das Meerschweinchen ähnliche Angabe gemacht hat, sich auf frühere Arbeiten von His[2] beim Hühnchen berufend.

Bonnet[3] tritt für die ectodermale Anlage beim Schafe und Hund ein. Interessant ist dem gegenüber die Angabe Martin's[4], der zufolge die erste Anlange des Urnierenganges sicher mesoblastisch ist. Die Angabe Flemming's lässt sich nach Martin dadurch erklären, dass Flemming ältere Embryonen untersucht hatte, nämlich von 16 Mesoblastsomiten, indem Martin bereits bei Embryonen von 10—13 Mesoblastsomiten das erste Auftreten dieses Ganges hat nachweisen können. Nach Martin verbindet sich das hintere Ende dieses Ganges erst secundär mit dem Epiblast. Etwas Ähnliches scheint auch Bonnet vermuthet zu haben.

Beim Hühnchen ist in der neueren Zeit, soviel mir bekannt ist, von keinem Autor die ectoblastische Anlage dieses Ganges vertheidigt worden. Es ist ganz gut möglich, dass sich die Verhältnisse bei den Vögeln anders gestalten als bei den Säugethieren.

Bei diesen Untersuchungen ist meiner Meinung nach besonders darauf zu achten, dass schon zur Zeit der ersten Anlage des Urnierenganges sich zwischen Epiblast und der Somatopleura (wenigstens bei den Vögeln) Blutgefässanlagen befinden und isolirte Zellhaufen, welche an einer Stelle inniger mit der Somatopleura, an einer anderen aber fast ebenso innig mit dem Epiblast im Zusammenhange stehen, wie bereits Waldeyer[5] in seiner Fig. 40, Taf. IV gezeichnet hat.

Ein solches Verhalten kann nun, wie ich es auch an meinen Präparaten demonstriren kann, an jener Stelle zu Stande

---

[1] Spee: Über directe Betheiligung des Ectoderms an der Bildung der Urnierenanlage des Meerschw. Arch. f. Anat. und Entwg. 1884.

[2] His: Beobachtung über den Bau des Säugethiereierstockes. Arch. f. mikr. Anat. I. 1865, und Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

[3] Bonnet: Über die ectodermale Entstehung des W.-Ganges bei den Säugethieren. Münch. med. Wochenschr. 1887.

[4] Martin: Über die Anlage der Urniere beim Kaninchen. Arch. f. Anat. und Entwicklgsgesch. 1888.

[5] Waldeyer. Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

kommen, an welcher der Urnierengang eben in Entwicklung begriffen ist. Eine solche scheinbare Verbindung ist aber nur an zwei, drei hinter einander laufenden Schnitten zu finden, vor und hinter dieser Stelle liegt aber stets die Anlage des Urnierenganges vom Epiblast ganz getrennt.

An älteren, noch aus freier Hand verfertigten Schnittreihen sehe ich, dass an jenen Schnitten, welche in der Region der Urnierenanlage lädirt sind, die Anlage des Urnierenganges stets dem Mesoblast anliegt; nie erscheint sie von diesem abgerissen im Zusammenhange mit dem Epiblast.

Die neueste Angabe von v. Wyhe[1], dass der Urnierengang bei den Selachiern in seinem hinteren Ende in jeder Entwicklungsphase „mit der Haut verschmolzen“ ist, und zwar bis zu jener Zeit, in welcher er sich mit der Kloake verbindet, hat auf die Entwicklung dieses Ganges bei den Vögeln keine Anwendung. Hier finde ich stets sein hinteres Ende frei über den Mittelplatten liegen, bis zu jener Zeit, in welcher auch dieses tiefer in dieselben eingebettet erscheint.

Bei Säugethierembryonen bin ich noch nicht in die Lage gekommen, die ersten Anfänge der Urniere untersuchen zu können.

Was den zweiten Genitalgang, den Müller'schen Gang, anbelangt, so kann ich nach meinen neuesten Beobachtungen Folgendes mittheilen:

Die erste Anlage erscheint stets als eine Epitheleinstülpung, von welcher dieser Gang im Anfange stets selbstständig nach rückwärts wächst. Der Urnierengang erscheint an jener dem Müller'schen Gange anliegenden Wand immer sozusagen eingedrückt und erweitert sich plötzlich hinter dem Ende des Müller'schen Ganges.

Da sich nun der Urnierengang hinter dem Müller'schen in jener Richtung erweitert, wo weiter vorne der Müller'sche Gang gelegen war, kann es an manchem Schnitte den Anschein haben, dass beide Gänge hier verschmolzen sind. Dieses könnte man umsomehr glauben, da das hinterste Ende des Müller'schen Ganges nicht mehr aus annähernd radiär geordneten Zellen besteht. Verfolgt man nämlich den Müller'schen Gang von seinem

[1] v. Wyhe: Über die Mesodermsegmente und die Entwicklung des Excretionssystems bei Selachiern. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 33, 1889.

vorderen Ende gegen das hintere vorschreitend, so findet man in ganz jungen, sowie auch älteren Stadien, dass, nachdem kein Lumen mehr in dem Gange zu entdecken ist, derselbe noch eine Strecke weit als solider Zellstrang verläuft, in welchem die Zellen dicht gedrängt annähernd radiär angeordnet liegen. Weiter von dieser Stelle nach hinten scheint der Strang nunmehr aus in Unordnung gerathenen Zellen zu bestehen. Nach einigen Schnitten nun verschwinden auch diese Zellen.

Gerade jener Umstand, dass das hinterste Ende des vorwachsenden Müller'schen Ganges aus so ungeordneten Zellen besteht, macht die Entscheidung schwierig, ob dieser Theil des Ganges mit dem Urnierengange zusammenhängt. Ich habe mich aber stets bei Säugethierembryonen davon überzeugen können, dass der Urnierengang an jeder Stelle scharf gegen den Müller'schen Gang begrenzt bleibt.

Auf einigen Schnitten finde ich die Zellen des Urnierenganges an der dem Müller'schen Gange anliegenden Wand höher als anderwärts, obwohl ich wieder an der Mehrzahl der Präparate das Gegentheil beobachten kann.

Bornhaupt[1] sagt bereits über das Verhältnis des Müller'schen zum Wolff'schen Gange bei Vögeln: „Einmal ist aber der dem Müller'schen Gange angehörige Antheil durch einen scharfen Contour von der Wand des Wolff'schen Ganges getrennt, anderseits sind die Zellen dort viel heller als hier gefärbt und schliesslich ist gerade die Einbiegung der Wand des Wolff'schen Ganges an der Stelle, wo der Müller'sche Gang ihm anliegt, ein sprechender Ausdruck dafür, dass sich ein neues Gebilde zwischen die ursprünglich neben einander gelegenen geschoben hat.“

Bei Vögeln war ich zweimal im Zweifel, ob eine Verbindung dieser beiden Gänge besteht oder nicht. Obwohl ich in einer grossen Zahl von Embryonen das hintere Ende des Müller'schen Ganges frei vorfinde, so war ich doch bezüglich zweier Embryonen nicht ganz sicher. Hier bekam ich ganz ähnliche Bilder, wie sie Balfour und Sedgwick zeichnen. Aber auch diese Bilder sind nicht von der Deutlichkeit, dass man aus

[1] Bornhaupt: Untersuchungen über das Urogenitalsystem beim Hühnchen. Riga 1867.

ihnen unbedingt auf das Verschmelzen der beiden Gänge schliessen müsste.

Wenn man aber auf den Umstand Rücksicht nimmmt, dass sich auch hier der Urnierengang plötzlich erweitert, so ist es leicht erklärlich, dass es auf einigen Schnitten den Anschein haben kann, als ob beide Epithelien miteinander zusammenhängen würden.

Nach meinen Befunden bei Säugethieren und Vögeln könnte sich nur, wie oben bemerkt, bei der Weiterentwicklung des Müller'schen Ganges darum handeln, ob sich dabei der Urnierengang betheiligt, denn das erste Auftreten geht sicher vom Coelomepithel aus.

Auf eine Abspaltung vom Urnierengange, wie eine solche für niedere Thiere angegeben wird, deutet hier nichts hin.

Auch das anfängliche Wachsthum des Müller'schen Ganges distalwärts geht sicher ganz selbständig vor sich, und wenn man in dieser Beziehung in Verlegenheit kommt, so sind es immer nur etwas vorgeschrittenere Stadien und zwar sowohl bei Vögeln, wie bei Säugethieren. Es war in mir die Vermuthung rege, ob vielleicht nicht Geschlechtsdifferenz der Individuen darauf vom Einfluss wäre, dass man in vielen Fällen sicher das hintere Ende des Müller'schen Ganges ganz isolirt vorfindet, ein andermal aber sich eine innigere Beziehung zu dem Urnierengange schwer läugnen lässt. Ich gelangte in dieser Richtung bisher zu keinem bestimmten Resultate.

Von der Betrachtung der Anlage und Weiterentwicklung der Geschlechtsdrüsen kann ich die Entwicklung der Nebenniere nicht trennen, weil ich eine noch innigere Verbindung beider Bildungen in der letzten Zeit aufgefunden habe.

Was nun diesen Punkt anbelangt, so habe ich schon früher [1] auf die gemeinsame Anlage der Geschlechtsdrüsen und Nebennieren aufmerksam gemacht.

Weldon, [2] nachdem er der Hauptsache nach gut das Wesentliche meiner Arbeit angeführt hat, sagt nichtsdestoweniger: „As,

[1] Janošik: Bemerkungen über die Entwicklung der Nebenniere. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 22. 1883.

[2] Weldon: On the suprarenal bodies. Quarterly Journ. of micr. Sc. 1885.

however, very few figures are given with this paper it is not easy to form an idea of the exact nature of the events described."

Da nun auch Mihálkovics[1] nicht ganz mit mir, was das Detail anbelangt, einverstanden ist, so will ich einige diesbezügliche Figuren beigeben.

Als ein weit besseres Object für die Untersuchung sowohl der Geschlechtsdrüsenentwicklung, sowie der Nebenniere als die Säugethiere, habe ich die Vögel (Hühnchen) gefunden.

Beim Hühnchen sind die Epithelzellen von den Bindegewebszellen auch in sehr jungen Stadien ganz verschieden und zwar so, dass man nicht leicht in die Lage kommt, zu zweifeln, ob eine Zelle dem Epithel angehört, oder ob es eine Bindegewebszelle ist.

Was nun die Stelle anbelangt, von welcher der erste Anfang der Nebenniere ausgeht, so muss ich, trotz der gegentheiligen Meinung Mihálkovics dasselbe wiederholen, was ich (l. c. S. 739) bereits gesagt habe nämlich: Die erste Nebennierenanlage „erscheint hier als eine leichte Hervorragung an der medialen Seite des Wolff'schen Körpers, und zwar ganz dorsal gelegen, dicht jener Stelle anliegend, von welcher das Mesenterium abgeht."

Es bleibt nur noch zu sagen, dass die ersten Spuren der Nebenniere, eigentlich der Proliferation des Coelomepithels, welche zur Nebennierenanlage führt, schon in früheren Stadien zu finden ist, als Mihálkovics z. B. für Schafsembryonen angibt. Ich finde diese Anlage beim Schafe schon bei einer Länge von 5 *mm* (ohne Rücksicht auf die Krümmung die längste Distanz genommen), was bei Berücksichtigung der Krümmung höchstens 7—8 *mm* ergeben würde. Die Nebennierenanlage erscheint hier (Fig. 1) als eine deutliche Proliferation des Coelomepithels.

In diesem Stadium zeigt auch das Epithel an der Stelle der späteren Geschlechtsdrüse eine Verdickung. Die Anfänge einer Proliferation kann ich erst beim nächstfolgenden Stadium nachweisen.

---

[1] Mihálkovics: Über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. Internat. Monatschr. Vol. II, 1885.

In späteren Stadien proliferirt das Coelomepithel noch lange, wenn die Geschlechtsdrüsen bereits schon ziemlich weit entwickelt sind. Diese Proliferation beschränkt sich aber nicht einzig und allein auf das vorderste Ende der Geschlechtsleiste, wie Mihálkowics angibt, sondern man kann ganz deutlich noch Proliferation des Coelomepithels mehr dorsal und median von der Geschlechtsdrüsenanlage in ihrem vorderen Ende sehen und Beides auf einem und demselben Schnitte antreffen.

Bei jungen Stadien von Hühnerembryonen, z. B. in jenem von 16—17 *mm* Länge (der Krümmung nach gemessen) besteht eine solche, die Nebenierenanlage bildende Proliferation der ganzen Länge der Geschlechtsdrüse entsprechend und greift auch auf den Anfang des Mesenteriums über (Fig. 4).

Studirt man diese ersten Anfänge bei Säugethieren sowohl, wie bei Vögeln (Hühnchen), so kann man nicht in Versuchung kommen, diese Epithelstränge von den Urnierencanälen oder den Glomerulis herleiten zu wollen, weil alle diese Gebilde noch ziemlich weit von einander entfernt liegen.

Später gelangt aber die Nebennierenanlage mehr in die Tiefe und durch stetes Auswachsen der bereits vom Coelomepithel abgetrennten Zellbalken drängt sich, besonders bei Vögeln, die Nebennierenanlage in ihrem distalen Ende gegen die Canälchen der Urniere. Durch die stark sich entwickelnden Venae vertebrales statt der cardinales ist die Nebennierenanlage schon bei 2·4 *cm* langen Hühnerembryonen so dorsal und gegen die Urniere verdrängt, dass man beim Beobachten nur dieser Stadien ganz leicht zu der Annahme sich gezwungen sehen möchte, dass alle diese Nebennierenstränge von den Urnierencanälchen den Ursprung nehmen.

Bei den Säugethieren kommt dieses Verdrängen nicht in einem so hohen Grade vor, wie bei den Vögeln.

Dieses nahe Zusammenliegen hat mich dazu geführt, zu untersuchen, ob vielleicht bei den Vögeln in diesen späteren Stadien nicht eine Proliferation von den Urnierencanälchen ausgehend sich an der Bildung der Nebenniere betheiligt. Ich kann nun sagen, dass ich nach Durchmusterung vieler lückenloser Serien aus den verschiedensten Entwicklungsstadien nie einen Zusammenhang mit den Urnierencanälchen habe nachweisen können.

Es liegt beim Hühnchen nicht nur die Nebennierenanlage dicht den Urnierencanälchen an, sondern man kann finden, dass auch die bleibende Niere an manchen Stellen ganz mit ihrem Stroma, mit dem Stroma der Urniere ein Ganzes bildet und beiderlei Canälchen dicht nebeneinander liegen, so dass man auch auf das Entstehen der Nierencanälchen aus jenen der Urniere schliessen könnte. Die erste Entwicklung zeigt aber auf das deutlichste auf die Selbstständigkeit der Nierencanälchen hin, und so ist es auch bei der Nebenniere.

Die Vermuthung, dass das Nervensystem sich bei der Entwicklung der Nebenniere betheiligt, könnte beim Hühnchen noch leichter als bei den Säugethieren auftauchen. Man könnte aber auch hier nur dann zu einer solchen Vorstellung gelangen, wenn man die Anfangsstadien übersehen hätte und besonders die hinteren Abschnitte der Nebenniere vor Augen haben möchte.

Semon[1] hebt hervor, dass Weldon den Zusammenhang der Nebenniere mit den Sexualsträngen zuerst nachgewiesen hat. Dieses passt eigentlich nur auf spätere Stadien, da auch beim Hühnchen die erste Anlage für die Nebenniere ebenso selbständig ist, als jene der Segmentalstränge (Sexualstränge) und der in etwas älteren Stadien bestehende Zusammenhang nur dem Factum entspricht, dass beide Gebilde von einer und derselben Anlage stammen, nämlich vom Keimepithel, wie dies von Weldon für Pristiurus und Lacerta und neuerdings von van Wyhe für das interrenale Organ bei den Selachiern angegeben wird.

Semon beschäftigt sich aber in jener Abhandlung mit Hühnchen und gerade von diesen sagt Weldon: „The exact mode of origin of these cells I have been unable to determin.“ Dieses bezieht sich auf Zellstränge, welche er medial von der Urniere gelagert vorgefunden hat, weder in Verbindung mit dem Coelomepithel noch mit den Urnierencanälchen.

Die Verbindung der Nebennierenstränge mit den Sexualsträngen der Geschlechtsdrüsen bleibt ziemlich lange bestehen, ja sie ist beim Hühnchen in weit vorgeschritteneren Stadien im hinteren Ende der Geschlechtsdrüsen eine noch ausgiebigere.

---

[1] Semon: Die indiff. Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen und ihre Diff. zum Hoden. Jenai'sche Zeitschr. für Naturw. Vol. XXI.

Um nicht missverstanden zu werden, beschreibe ich im Kurzen die Entwicklung beim Hühnchen.

Von der ersten Anlage habe ich bereits gesprochen. Im weiteren Verlaufe kann man finden, dass, je mehr sich die Geschlechtsdrüse distalwärts entwickelt, ihr auch die Entwicklung der Nebenniere folgt, indem ihr vorderes Ende bereits vom Coelomepithel abgetrennt und durch Gefässe tiefer verdrängt ist.

Die Nebenniere ist in diesem vorderen Theile in keiner oder nur ganz geringer Verbindung hie und da durch einen Zellstrang mit den Sexualsträngen der Geschlechtsdrüsen. Es überrascht förmlich, wenn man ein etwas späteres Stadium untersucht, (z. B. Hühnchen 4·8 *cm* K. L.) und eine sehr ausgiebige Verbindung zwischen beiden antrifft. Studirt man näher diese Verhältnisse und durchsucht man die ganze Entwicklungsreihe, so gewahrt man, dass eine solche Verbindung nur mit dem distalen Ende der Geschlechtsdrüsen besteht.

Nachdem nämlich die Nebennierenanlage eine gewisse Ausbildung erreicht hat, trennen sich die Zellbalken vom Coelomepithel ab, bleiben aber mit dem distalen Ende der Geschlechtsdrüsen in Verbindung. Dieser Vorgang ist beim Hühnchen sehr deutlich und leicht zu verfolgen.

Diese Verbindung erreicht hier aber nie jenen Grad. wie Mihálkowics für die Eidechsen, Taf. VIII. Fig 171, zeichnet. Nach den Abbildungen von Mihálkovics und Weldon scheinen die Eidechsen ein noch günstigeres Untersuchungsobject zu sein als das Hühnchen.

Bei den Säugethieren sehe ich eine länger dauernde Verbindung mit den Epithelsträngen im Ovarium, als mit dem Hoden.

Beim Hoden wird nämlich eine solche anfangs selbstverständlich auch bestehende Verbindung frühzeitig gelöst durch die Entwicklung einer dichteren Schichte von Bindegewebszellen an der Stelle des späteren Corpus Highmori, bevor noch durch die veränderten Lageverhältnisse der Gefässe das Auseinanderrücken verursacht wird.

Beim Hühnchen finde ich bei 5 *cm* K. L. den Hoden gegen das Stroma der Urniere schon ziemlich ganz abgegrenzt; man

kann aber noch Verbindungen zwischen den Zellsträngen, welche die Anlage der Hodencanälchen sind, und den Zellsträngen der Nebenniere constatiren.

In diesen Stadien kann, wie ich bereits beschrieben habe, keine Rede sein von einer Corticalis und Medullaris. So finde ich die Nebenniere auch bei einem 4·4 *cm* langen menschlichen Embryo als einen allseits wohl begrenzten Körper, in welchem die Zellbalken jene früher (l. c.) beschriebene Anordnung und histologisches Verhalten zeigen.

Was nun die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen anbelangt, so sind nach meiner Abhandlung[1] hauptsächlich die Arbeiten von Mihálkovics (l. c.); Semon (l. c.) Prenant[2] und Nagel[3] erschienen, welche sich alle auch mit der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei den höheren Wirbelthieren befassen.

Über den ersten Anfang der Bildung der Geschlechtsdrüsen, sowie dann über die daraus folgende Deutung der einzelnen Theile sind bis heute noch die Meinungen nicht einig. So sagt Mihálkovics: „Wir sind also der Ansicht, dass die Zellen der Sexualstränge aus dem Keimepithel herstammen, aber nicht durch directes Hineinwuchern in Form von Strängen, sondern auf indirectem Wege, durch Infiltration des Stroma durch die Nachkommen der Keimepithelien, dann durch eine Herausdifferenzirung derselben aus dem Stroma in Form von Strängen." Mihálkowics spricht bei Edechsen und Hühnchen von einem plötzlichen Auftreten dieser Stränge in dem ganzen Geschlechtsdrüsenstroma.

Das Ergebniss der Arbeit von Semon, welcher sich mit dem Hühnchen beschäftigt, ist etwa folgendes:

Die Ureier wandern in das unterliegende Gewebe, ohne unveränderte Epithelzellen mit sich zu führen und gelangen in die

---

[1] Janošík: Histol.-embr. Untersuchungen über das Urogenitalsystem. Diese Berichte Vol. XCI. 1885.

[2] Prenant: Contribution à l'histogénèse du tube séminif. Internat. Monatschr. 1889.

[3] Nagel: Über die Entwicklung des Urogenitalsystems des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 34, 1889. Bezüglich dieser, sowie auch bezüglich des letzten Aufsatzes Nagel's verweise ich auf die Arbeit von Bischoff: Über die Zeichen der Reife der Säugethiereier. Arch. f. Anat. und Physiol. 1878, S. 51, Z. 5—7.

Segmentalstränge. Durch Theilung kann ein Urei ein Ureiernest bilden.

Die Segmentalstränge stammen von den Canälchen der Urniere ab und bei älteren Embryonen auch von den Kapseln der Malpighischen Körperchen. Semon sagt aber: „Die Zellen der Stränge sind nicht völlig gleichartig den Epithelzellen der Urnierencanälchen.“

Weiter sagt Semon: „Von der ganzen medialen Seite der Urniere wuchern die Zapfen in der oben geschilderten Weise nach der Mittellinie zu ein Stück weit in das benachbarte Bindegewebe.“ Diese Zapfen wachsen nun in die Keimfalte, verdrängen das gewucherte Bindegewebe und kommen an vielen Stellen mit dem Epithel in Contact. „Aus letzterem, ebenso wie aus dem Bindegewebe wandern nun die Ureier und Ureiernester in die Epithelzapfen ein, die dicht gedrängt das Centrum der Keimdrüse einnehmen.“

Eine zweifache Proliferation kann man beim Hühnchen nach Semon nicht nachweisen. Dieses bezieht sich auf die Auffassung von Mihálkowics, da Semon von meiner Arbeit keine Erwähnung macht.

Prenant, welcher Hühner-, Schafs-, Schweins- und Meerschweinchenembryonen untersuchte, kommt zu folgenden Resultaten:

Nachdem er zunächst über die Deutung der Primordialeier gesprochen hatte, betrachtet Prenant näher das Verhalten des Coelomepithels zu dem unterliegenden Gewebe und sagt, dass einige Zellen des Epithels „sont en continuité avec les cellules étoillées sous-jacentes“, es ist aber unmöglich zu sagen, dass diese von jenen den Ursprung genommen haben. Man müsste „une certaine direction des figures karyokinétiques“ nachweisen.

Prenant beobachtete, dass sich im Stroma, welches dem Epithel anliegt, Zellstränge differenciren, welche weder mit dem Epithel, noch mit den Canälchen des Wolff'schen Körpers in Verbindung standen und an den Verlauf der Gefässe gebunden waren. Prenant glaubt nun, dass diese „epitheloiden“ oder gar „epithelialen“ Stränge durch eine „Autodifférenciation“ in loco entstehen, unter dem indirecten Einflusse der Gefässe. In seinen Fig. 3, 6, 7 kann man aber die Verbindung jener

Zellstränge mit dem Epithel sehen und die Fig. 8 ist wenig beweisend.

Durch diese Auffassung neigt er sich eigentlich jener von Mihálkovics zu, obwohl er allen Einfluss der Epithelproliferation leugnet.

Untersucht man die erste Anlage der Geschlechtsdrüsen beim Hühnchen, so findet man, dass dieselbe nur aus verdicktem Keimepithel besteht. Sehr bald findet man aber, dass das unter der Stelle des verdickten Epithels gelagerte Bindegewebe auch ein etwas anderes Aussehen bekommt, als jenes in der weiteren Umgebung. Die Zellen dieses Bindegewebes färben sich stärker, zeigen aber auch sonst andere histologische Charaktere, vor allem sind sie protoplasmareicher.

An gefärbten Präparaten kann man diese sich stärker färbenden Zellen unter dem Epithel noch eine Strecke weit ventral verfolgen und auch etwas dorsal bis in die Gegend der Nebennierenanlage. In beiden Richtungen ist dieses Bindegewebe von jenem der Umgebung nicht scharf abgegrenzt, sondern übergeht sehr allmählig in dasselbe.

Sehr zeitlich kann man auch in dieser Gegend feine Blutgefässe finden, und zwar in beträchtlicher Zahl, woraus man auf eine rege Zufuhr der Nahrung schliessen kann, welche man als das wichtigste Moment der Geschlechtsdrüsenentwicklung wohl beachten muss.

Dieses verdichtete, veränderte Gewebe verursacht eine leichte Erhebung der Stelle der künftigen Geschlechtsdrüse, welche Erhebung noch durch das verdickte Keimepithel auffallender wird.

Die scharfe Begrenzung des Keimepithel gegen das darunter liegende Gewebe wird bald an mehreren Stellen verwischt durch eine Proliferation der Epithelzellen in die Tiefe. An einzelnen Schnitten kann nun dieses Verhältniss so aussehen, dass die ganze Prominenz sozusagen nur durch das verdickte Epithel verursacht zu werden scheint, an anderen kann man aber finden, dass auch jetzt noch hie und da eine scharfe Grenze zwischen dem veränderten Bindegewebe und dem Epithel besteht. Diese Trennung kann in etwas späteren Stadien durch an einigen

Stellen dicht unter dem Epithel gelagerte Blutgefässe sich zu einer noch exacteren gestalten.

Ich glaube, dass die Angabe von Prenant von der Differencirung von Zellsträngen in dem unterliegenden Gewebe nur durch dieses Verhalten verursacht wurde, weil man die Epithelstränge an vielen Schnitten getrennt vom Oberflächenepithel finden kann.

Bei der Durchmusterung einer vollständigen Schnittreihe findet man aber stets eine Verbindung, und zwar in den jüngsten, wie auch in den vorgeschritteneren Stadien.

Im Keimepithel, sowie auch in jenen Epithelsträngen und Epithelmassen finde ich zahlreiche grosse, blasse Zellen vertreten, denen man den Namen „Ureier" beilegt. Ich finde aber auch solche Zellen in jenen Strängen, welche als Anlage der Nebenniere zu betrachten sind, ja auch im Epithel der Radix Mesenterii. Aus diesem Umstande möchte ich die Benennung „Ureier" als weit zuvorgreifend ansehen. Sicher ist für mich, dass das nicht die einzigen Zellen sind, welche sich zu Geschlechtsproducten umzuwandeln haben. Auch der Vergleich mit Säugethieren scheint mir sehr deutlich dafür zu sprechen, dass man es hier kaum mit den ersten Anlagen der Eichen oder Spermatoblasten zu thun hat.

Jene Angabe, welche auch häufig gemacht wurde, dass der epitheliale Antheil der Geschlechtsdrüsen den Ursprung genommen hat von der Wand des anliegenden Glomerulus oder vom Epithel irgend eines Canälchens der Urniere, kann ich mir nur durch die besprochene Veränderung des Bindegewebes erklären.

Gegen ein Herausdifferenciren der Epithelstränge auch ohne eine zuvor bestandene Proliferation oder Verdickung des Keimepithels (Sernoff, Prenant) könnte man im Princip nichts einwenden, da man eben bei der Urniere in den Anfangsstadien diesen Entwicklungsmodus vorfindet. Wenn man aber gleich von Anfang an den Zusammenhang aller epithelialen Gebilde in den Geschlechtsdrüsen (den Nebenhoden und einige Stränge im Hilus des Ovariums ausgenommen) mit dem Keimepithel nachweisen kann, so wird man berechtigt dieselben auch vom Keimepithel herzuleiten; denn dass man nur dann dazu berechtigt

wäre, wenn man eine bestimmte Stellung der karyokinetischen Figuren nachweisen könnte, ist meiner Meinung nach zu weit gegangen. Man kann wohl sagen, dass da, wo man karyokinetische Figuren vorfindet, eine Vermehrung der Zellen stattfindet, aber nicht umgekehrt, wenn man dieselben nicht vorfindet, dass auch keine Zellvermehrung vor sich geht und gehen kann.

Fleming[1] beschreibt selbst eine amitotische Kern- und Zelltheilung (letztere wohl nur mit Einschränkung) in Epithelien.

Was nun speciell meine Präparate aus diesen Stadien in dieser Hinsicht anbelangt, so kann ich berichten, dass ich mitotische Figuren in denselben in ziemlich grosser Anzahl vorfinde, gerade aber im Keimepithel, obwohl ich sie auch hier antreffe, dieselben an Zahl ziemlich beschränkt sind, wogegen sie bei älteren Stadien auch da zahlreich zu finden sind. Diese beschränkte Zahl der Mitosen in den jüngsten Stadien scheint mir in dem sehr regen Vorgange bei der Theilung den Grund zu haben.

Diesen so geschilderten Vorgang finde ich bei allen untersuchten Embryonen und kann wohl annehmen, dass insofern im Princip keine Geschlechtsdifferenz besteht, als man es immer mit einer Proliferation des Keimepithels zu thun hat.

Auf einen Umstand möchte ich hier noch hindeuten, welcher bei der Beurtheilung des Geschlechtes beim Hühnchen irreführen könnte.

Es entwickelt sich bekanntlich beim Hühnchen das linke Ovarium und das rechte schwindet bei der weiteren Entwicklung. Weiter unten werde ich mich etwas näher mit diesem Gegenstande beschäftigen, hier will ich nur anführen, dass man ziemlich zeitlich eine Differenz in der Grösse der Geschlechtsdrüsen beim Hühnchen finden kann.

Diese Grössendifferenz bezieht sich sowohl auf das Prominiren der Geschlechtsdrüsenanlage in das Coelom, sowie auf die Ausdehnung in proximo-distaler Richtung. Findet man eine solche Grössendifferenz, so darf man noch nicht gleich die Drüsen des

[1] Flemming: Amitotische Kerntheilung etc. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 34, 1890. Vergleiche hierüber auch die Arbeiten von Fraise, Arnold, Beneden u. a. m.

betreffenden Embryo als Ovarium betrachten, in Anbetracht der später eintretenden Atrophie des rechtseitigen Ovariums; denn eine solche Differenz besteht auch zwischen dem rechten und linken Hoden.

Dass man nach der Mächtigkeit des Keimepithels einen Geschlechtsunterschied ziemlich zeitlich (etwa von der 80. bis 88. Brütstunde) constatiren könnte, und zwar in der Art und Weise, dass das Ovarium ein mächtigeres Keimepithel besitzt als der Hoden, kann ich nach meinen Untersuchungen nicht bestätigen. Ich finde eine sichere Geschlechtsdifferencirung beim Hühnchen von einer Länge von 2·3 *cm*, der Krümmung nach gemessen.

Semon gibt an, dass man das Geschlecht am fünften, spätestens am sechsten Tage bestimmen kann.

Alle solchen Angaben, mag es nun die Länge oder die Zahl der Brütstunden sein, sind nach meinen Erfahrungen nur approximativ zu nehmen.

Möchte man sich nach der Grösse der Drüsen richten oder nach der Mächtigkeit des Epithels, so könnte man das atrophirende Ovarium für den Hoden ansehen und umgekehrt beim linken Hoden noch im Zweifel sein, ob es sich nicht um das Ovarium handelt.

Es ist also nöthig, immer beide Drüsen eines Individuums zugleich zu untersuchen. Das bleibende Ovarium kann man dann in jenem angeführten Stadium von dem linken Hoden durch die mächtigere Proliferation des Oberflächenepithels unterscheiden.

Ich bespreche nun zunächst in kurzen Worten die Entwicklung der Ovarien.

Vom ursprünglichen Stadium ausgehend, in welchem beide Drüsen, Ovarium und Hoden, aus spärlichem Bindegewebe bestehen, in welches epitheliale Stränge eingelagert sind, welche noch reichliche Verbindungen zeigen mit ihrer Ursprungsstätte, dem Keimepithel, kann man bemerken, dass durch zahlreiche, an den Zellen ausgesprochene Theilungen, sich die ursprünglichen Stränge vergrössern und am Schnitte deshalb zahlreicher erscheinen.

Einen Zuwachs bekommt die Drüse (und das gilt auch für den Hoden) auch noch dadurch, dass sich im distalen Ende derselben immer neue Stränge vom Keimepithel anlegen.

Die Zellen, welche die Sexualstränge zusammensetzen, fangen aber alsbald an, in ihrem Aussehen und in ihrem Verhalten zu Farbstoffen sich anders auszunehmen als das Keimepithel. Die Zellen der Stränge und somit auch die Stränge selbst erscheinen blasser und färben sich weniger intensiv als das Keimepithel.

Dieses letztere ist auffällig mächtiger geworden als in jüngeren Stadien. Wo ein Sexualstrang mit dem Keimepithel im Zusammenhange steht, da findet man, dass die Zellen des Keimepithels noch eine Strecke weit ihren Charakter bewahren, langsam aber, jemehr in die Tiefe man vorschreitet das Aussehen der Zellen der Sexualstränge annehmen.

Schon im Stadium von 2·7 *cm* Körperlänge findet man aber, dass sich an einzelnen Stellen Bindegewebszellen zwischen das Keimepithel und die Sexualstränge lagern. Aus dem Verhalten und der Lagerung der Bindegewebszellen geht deutlich jetzt schon hervor (Fig. 2), dass sich eine Trennung beiderlei epithelialer Formationen vorzubereiten beginnt.

Studirt man das athrophirende rechte Ovarium, so findet man, dass es im Wachsthum zurückbleibt. Dieses Zurückbleiben im Wachsthum wird zunächst dadurch verursacht, dass die Proliferation des Keimepithels, welche anfänglich bestanden hat, immer mehr und mehr aufhört, bis endlich das Epithel ganz einschichtig wird.

Dieses Verhalten des Epithels am rechtsseitigen Ovarium fällt, was die Zeit anbelangt, mit der auftretenden Trennung der starken Proliferation von der anfänglichen am linken Ovarium so fast zusammen. Die Grösse des rechten Ovariums, ebenso wie des rechten Hodens, wie schon oben angeführt, ist von Anfang an eine geringere und es bleibt noch bei 2·7 *cm* Körperlänge beim Hühnchen das gleiche Verhältniss zwischen dem rechten und linken Ovarium, wenn man vom linken Ovarium das zum Abzug bringen möchte, was die verstärkte Proliferation geliefert hat.

Verfolgt man nun die weitere Entwicklung des linken Ovariums, so findet man, das die starke Proliferation immer deutlicher und deutlicher sich gegen die primäre abgrenzt und es bilden sich aus dieser secundären Proliferation jene Gebilde,

welchen man den Namen der Pflüger'schen Eischläuche und Eiballen beilegen kann. Eine Verbindung dieser Gebilde mit den Strängen der primären Proliferation (siehe Fig. 10) kann man höchstens nur noch nahe der Basis vorfinden und es liegen nun beiderlei Formationen von einander getrennt.

Studirt man eingehender die Epithelstränge der primären Proliferation (Sexualstränge), so findet man, dass dieselben durch das Bindegewebe immer mehr und mehr verdrängt werden.

Zwischen diesen Strängen wachsen aber mit dem Bindegewebe, welches nun bis an den oberflächlichsten Theil des Keimepithels reicht, stärkere Gefässe hinein.

Bornhaupt hält alle in der Keimdrüse auftretenden Lumina für Canälchen, in welche sich die Epithelstränge umgewandelt haben und sagt: „Die Wand dieser Canälchen besteht aus spindelförmigen Zellen . . .“

Bei der näheren Untersuchung erweisen sich aber einige dieser Canälchen mit cubischem Epithel ausgekleidet und diese kann man wohl für umgewandelte Epithelstränge ansehen umsomehr, als man Übergänge zwischen beiden Formationen nachweisen kann. Jene aber mit spindelförmigen Zellen ausgekleideten Räume lassen eine directe Verbindung mit Blutgefässen an einer Schnittserie erkennen.

Einige unter den Sexualsträngen erscheinen etwas dunkler gefärbt und bestehen aus protoplasmareicheren Zellen.

Das rechtseitige atrophirende Ovarium bleibt im Wachsthum immer mehr und mehr zurück. Das Epithel der Oberfläche ist ganz flach, ja noch flacher, als in jenem obenerwähnten Stadium. Die Epithelstränge zeigen dieselbe Beschaffenheit, wie jene des linken Ovariums.

Betrachtet man beide Ovarien zu einer Zeit, in welcher das rechte Ovarium im Wachsthum noch nicht sehr weit hinter dem linken zurückgeblieben ist, also beim Hühnchen etwa von 2·7—3 *cm* Länge, so kommt man zu der Überzeugung, dass das, was hier rechterseits atrophiren soll, eigentlich den Namen Ovarium nicht verdient, da hier jene für das Ovarium charakteristischen Gebilde, Eischläuche und Eiballen, gar nicht angelegt sind. Das, was hier dem Schwunde anheim fällt, sind eigentlich nur jene Gebilde, denen man bei der linken Drüse den Namen

der Sexual- oder Segmentalstränge beilegt, also nur die cordons pleins und ein Theil der cordons tubulaires im Sinne van Beneden's.

Verfolgen wir nun schrittweise die Entwicklung des Hodens beim Hühnchen.

Dass die anfängliche Anlage dieselbe wie beim Ovarium ist, habe ich bereits gesagt. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung wird sehr bald das Epithel auch am rechten Hoden, und zwar fast um dieselbe Zeit herum wie am rechten Ovarium niedriger, bis es ganz flach wird. Immer aber findet man, dass von ihm, auch wenn es bereits ganz flach geworden ist, Epithelstränge in die Tiefe wachsen, es „wandern" aber nicht nur „Ureier und Ureiernester in die Epithelzapfen ein", wie Semon angibt.

Am linken Hoden bleibt das Epithel constant höher als am rechten. In jener Zeit nun, in welcher die Scheidung der primären von der secundären Proliferation am Ovarium fällt (3—5 *cm* Körperlänge), findet man auch beim linken Hoden, trotzdem, dass das Epithel mächtig ist, eine sehr geringe Proliferation in die Tiefe, ja eine geringere wie am rechten Hoden desselben Embryo.

Dieses verdickte Epithel kann ich auch noch als einzelne Inseln am linken Hoden beim Hühnchen von 5·5—7 *cm* Länge, zuweilen noch später nachweisen, und zwar als Inselchen von geringerer oder grösserer Ausdehnung.

Auf diese Stadien beziehen sich wahrscheinlich die Angaben von Waldeyer und Semon, welche von hie und da vorkommender Verdickung des Epithels auch am Hoden sprechen.

Bei der weiteren Entwicklung des Hodens findet man noch lange spärliche Stränge mit dem Oberflächenepithel im Zusammenhange und kann daraus auch noch auf ihre Herkunft von jenem Epithel auch in diesen vorgerückten Stadien schliessen. Ein solches Verhalten kommt bei den Säugethieren nicht vor.

Das Auffälligste ist nun, dass das Epithel nur an dem linken Hoden sich so lange mächtig erhält, ja in manchen Fällen bei den Hoden von Hühnchen um 3 *cm* Länge herum mächtiger als in den jüngeren Stadien sich zeigt.

Erwägt man nun, dass beide Hoden beim Hühnchen zur vollen Entwicklung gelangen und man dennoch bei ihrer

Entwicklung Differenzen vorfindet, welche ganz analog denen am Ovarium sind, so wird man sicher zu dem Schlusse gelangen, dass man das hohe Epithel nur an jenem Hoden, welcher der Lage nach dem zur vollen Ausbildung gelangenden Ovarium entspricht, als einen Anklang auf die Entwicklung eines Ovariums ansehen kann. Es scheint, um bildlich zu sprechen, dass die Drüse in diesen Stadien noch nicht entschieden ist, welchen weiteren Weg der Entwicklung einzuschlagen.

Vergleicht man die Figur 2 mit der bei etwas schwächerer Vergrösserung gezeichneten Figur 3, so findet man, dass in der That im Princip kein Unterschied zwischen dem atrophirenden Ovarium und dem der Lage nach ihm entsprechenden Hoden besteht.

Wären nun diese beiden Drüsen ohne den Zusammenhang mit den linksseitigen gezeichnet, man wäre nicht im Stande anzugeben, welches Ovarium und welches der Hoden ist; man würde beide Drüsen für Hoden halten.

Zwischen den linkseitigen Drüsen besteht aber im Princip ebenfalls kein Unterschied; beiderseits sind im Innern der Drüse epitheliale Stränge und das Oberflächenepithel verdickt.

Diese anatomischen Verhältnisse zeigen nun auf das deutlichste, wie ich es bereits bei den Säugethieren besprochen habe, darauf hin, dass Ei- oder Pflüger'sche Schläuche mit den Samencanälchen keine absolut homologe Bildungen sind.

Die Figuren 2, 3 und 10 zeigen auf das deutlichste, dass die Hodencanälchen den Sexualsträngen des Ovariums entsprechen, und dass die Pflüger'schen Eischläuche spätere Bildungen sind.

Bemerkenswerth ist Bornhaupt's Auffassung des Ovariums beim Hühnchen: „Meine Beobachtungen über die Entwickelung der Geschlechtsdrüsen beim Hühnchen stimmen aber mit den von Valentin und Remak gemachten Beobachtungen so ziemlich überein. Unverkennbar sind auch von ihnen die Zellbalken gesehen worden, welche im Hoden zu Samenkanälchen, im Eierstocke aber keineswegs, wie die genannten Forscher meinen, zum Follikelinhalt, sondern zunächst zu Bestandtheilen des Hilusstroma werden."

Es sind gerade beim Hühnchen die Verhältnisse so klar, dass sie Bornhaupt mit der unvollständigen damaligen Technik im Princip hat ganz gut zu erkennen vermocht.

Unter den Säugethieren habe ich zunächst die Reihe der Schweinembryonen vervollständigt und dann eine ziemlich vollständige Reihe von Schafembryonen der Untersuchung unterzogen.

Die Anfangsstadien der Geschlechtsdrüsenentwicklung gestalten sich beim Schafe ebenso wie ich bereits (l. c.) für Schweinsembryonen beschrieben habe und entsprechen, wie aus folgender Beschreibung folgen wird, den Verhältnissen beim Hühnchen.

Bei Schafembryonen von annähernd 5*mm* Länge (vom Scheitel zum Schwanz direct gemessen ohne Berücksichtigung der Krümmung) finde ich die Anlage der Geschlechtsdrüsen leicht in das Coelom prominirend. Dieses Hervorragen wird verursacht durch eine stärkere Anhäufung von Bindegewebszellen, welche sich auch weiter etwas ventral zieht, als die Erhebung der Geschlechtsdrüsenanlage reicht. (Vergleiche das beim Hühnchen Angeführte.)

Das Keimepithel ist verdickt, aber überall noch gegen den Bindegewebshügel scharf begrenzt.

An Schnitten, an denen die anliegende Wand eines Glomerulus, welche hier eben gelagert sind, etwas schief getroffen ist, kann es den Anschein haben, als ob die Epithelzellen der Glomeruluswand ohne Grenze in jenes dichtere Bindegewebe übergehen würden. Auf diesen Gedanken, dass dieses verdichtete Gewebe, welches den Hügel der Geschlechtsdrüsenanlage bildet, vom Epithel des Glomerulus, etwa im Sinne Semon's stammt, könnte man umsomehr geführt werden, als die Bindegewebszellen protoplasmareich sind und sich ebenfalls ziemlich stark, den Epithelien ähnlich, färben.

Nebstdem ist dieses verdichtete und etwas modificirte Gewebe durch capillare Blutgefässe an vielen Stellen sozusagen in Stränge zerlegt, welche epithelialen Zellsträngen sehr ähnlich aussehen. Man findet aber an jedem Schnitte, welcher nur etwas dünn ist und den Glomerulus senkrecht zu seiner Kapsel trifft, dass die Epithelien seiner Wand sich stets scharf gegen jenes verdichtete Gewebe abgrenzen. Diese Epithelien sind ferner an diesen Stellen ganz flach und nie habe ich an ihnen eine Andeutung einer Proliferation wahrnehmen können.

Da nun die Geschlechtsdrüsenanlage sich in diesen Stadien in die Länge über zwei bis drei Glomeruli hinzieht, so kann man an einer und derselben Schnittreihe das beschriebene Verhalten controliren.

Weiters spricht für die bindegewebige Natur dieses verdichteten Gewebes auch der Umstand, dass man den allmäligen Übergang der Bindegewebszellen in die Zellen des verdichteten Hügels sehen kann, besonders an jenen Stellen, an denen dieses verdichtete Gewebe, indem es sich weiter ventral zieht, in gewöhnliches Bindegewebe übergeht.

Ziemlich zeitlich verstreicht die scharfe Begrenzung des Keimepithels gegen jenes eben beschriebene Gewebe. Ich finde dieses bei einem 6·5*mm* langen Embryo. Die Proliferation tritt hier auch in Form von Strängen, aber wegen der soeben beschriebenen Beschaffenheit des Stromagewebes ist es äusserst schwer, einzelne Stränge zu unterscheiden. An äusserst dünnen Schnitten kann man kaum die strangförmige Anordnung der Epithelproliferation nachweisen, aber an nur etwas dickeren (circa 0·01 *mm*) tritt die strangförmige Proliferation schon ziemlich deutlich hervor, besonders an nur in Alkohol conservirten Embryonen, wo sich beide Gebilde, die Epithelien sowohl, wie das Stromagewebe, stärker retrahirt haben. An solchen Präparaten orientirt, wird man diese Anordnung überall im Stande sein nachzuweisen.

Es ist ja auch anderweit bei morphologischen Untersuchungen bekannt, dass nicht immer der dünnste Schnitt auch der beste ist, wenn es sich um Übersicht oder Orientirung handelt.

Es sind wohl die Verhältnisse bei Säugethierembryonen bei weitem nicht so klar wie beim Hühnchen, da, wenigstens an meinen Präparaten, bei den Säugethieren beiderlei Zellarten, was ihr Aussehen anbelangt, nur sehr wenig von einander auch noch in späteren Stadien in den Geschlechtsdrüsen abweichen.

Bei der weiteren Entwicklung finde ich eine solche Durchwachsung des Stroma mit den Epithelsträngen, wie ich eine solche in meiner früheren Abhandlung über diesen Gegenstand von einem Schweinembryo l. c. Taf. III, Fig. 40, abgebildet habe.

Dieser Vorgang kann später das Aussehen bieten, als ob sich die Epithelstränge aus dem Stroma, und zwar, wie viele

Autoren angeben, in dem ganzen Stroma zu gleicher Zeit herausdifferenziren möchten. Es ist aber diese scheinbare Differenzirung dadurch vorgetäuscht, dass das Bindegewebe, welches, wie oben beschrieben, aus protoplasmareichen Zellen bestand, mehr und mehr das Aussehen eines gewöhnlichen Bindegewebes annimmt und nun kann man die Epithelstränge immer deutlicher und deutlicher sehen. Es ist also das Herausdifferenziren höchstens in diesem Sinne zu verstehen.

Im Hoden nimmt das Bindegewebe früher und in höherem Maasse das gewönliche Aussehen an und es ist deshalb auch der Hoden zeitlicher zu unterscheiden. Aber auch noch in dieser Zeit in welcher man beim Hoden das concentrisch unter dem Epithel gelagerte Bindegewebe als eine zusammenhängende Schichte unterscheiden kann (beim Schafe z. B. bei 2·3*cm*, ja noch bei 2·8*cm* Länge, der Krümmung nach), kann man immer Stränge von Epithelzellen nahweisen, welche noch mit dem Oberflächenepithel zusammenhängen. Schliesslich werden auch diese zurückgebliebenen Brücken vom Epithel abgeschnitten und man findet bei Säugethieren (hier speciell bei den untersuchten Thieren) keine Verbindung mehr zwischen den Strängen im Stroma, welche die Anlage der Samencanälchen bilden und zwischen dem Oberflächenepithel.

Zugleich mit dieser Bildung der Albuginea lagern sich stärkere, vom Hilus kommende Blutgefässe in Netzen in dieselbe ein und completiren die Trennung des Epithels an der Oberfläche des Hodens von den Samencanälchen.

In dem etwas höheren Epithel an der Oberfläche des Hodens konnte ich in späteren Stadien bei Schafembryonen hie und da Inselchen auffinden, in deren Bereiche das Epithel beträchtlich höher ist als in jüngeren Stadien. Man kann da auch grosse Zellen nachweisen, welche mit den umliegenden Epithelien sozusagen rudimentäre Follikel darstellen, wie ich es constant in so grosser Ausdehnung im Epithel von Katzenembryonen vorgefunden habe.

Um ein concretes Beispiel zu geben: Das Epithel ist von dieser erwähnten Beschaffenheit noch bei Schafembryonen von 6·5 *cm* Körperlänge, und ist um diese Zeit höher als bei denen von 3*cm* Körperlänge.

Es ist meiner Meinung nach nicht nöthig, dass man ein solches Verhalten des Epithels am Hoden bei allen Embryonen und bei allen Säugern nachweist (ich habe es bei allen von mir untersuchten Thieren vorgefunden), und dann auch immer an gleicher Entwicklungsstufe, um darin einen Anklang an die Bildung des Ovariums zu finden. Ich glaube, dass morphologisch diese Thatsache, auf die Befunde beim Hühnchen gestützt, wichtig genug ist, um hervorgehoben zu werden.

Übergeht man nun zur Betrachtung des Ovariums, so sei hervorgehoben, dass hier ein ganz deutlicher Unterschied zwischen den Epithelsträngen (Sexualsträngen) und den Stromazellen später als beim Hoden eintritt. Die anfängliche Entwicklung dieser Stränge ist dieselbe wie der Samencanälchen. Zugleich mit den Veränderungen im Aussehen der Bindegewebzellen des Stroma zeigt auch die Lagerung derselben ein analoges Verhältnis wie beim Hoden bei der Anlage der Albuginea.

Es ist aber beim Ovarium zu erwähnen, dass zunächst mehr Verbindungen der zur Abschnürung gelangenden Sexualstränge mit dem Oberflächenepithel bestehen bleiben. Man findet beim Ovarium, dass bei schwacher Vergrösserung auch eine lichtere Zone der Lage nach der Albuginea des Hodens entsprechend auftritt. Sie liegt nur etwas tiefer und es erscheint demnach das Epithel stärker. Untersucht man diese Stelle näher, so findet man, dass das Epithel stellenweise auch nur einschichtig ist, stellenweise aber findet man Zellstränge und Zellhaufen mit dem Epithel in Verbindung in diese Bindegewebeschichte eingelagert. (Vergl. Fig. 6 von einem Schweinembryo.)

Auch die Vertheilung der gröberen Blutgefässe schlägt den nämlichen Gang ein wie beim Hoden.

Im Schafovarium ist die Zahl der so vom Oberflächenepithel stammenden Stränge eine ziemlich geringe. Im Centrum der Drüse stehen diese Stränge dicht gedrängt, so dass sie für einen selbstständigen Körper imponiren, an dessen Peripherie man noch manche freiliegende Stränge sehen kann.

Je älter das Ovarium wird, umso deutlicher zeigt sich der Unterschied der späteren von der anfänglichen Proliferation. Ich bemerke ausdrücklich, dass man diese Stränge (Sexualstränge)

ganz deutlich bereits zu unterscheiden vermag, ohne dass nur eine Andeutung des Hereinwachsens von der Urniere zu entdecken wäre.

In der beigelegten Tafel habe ich eine Reihe von Ovarien zeichnen lassen von Schweinembryonen (Fig. 6—9), um den Vorgang und das Verhältniss der anfänglichen und der späteren Proliferation zu demonstriren. Ich habe dazu dieses Object gewählt, weil hier die Verhältnisse sehr klar vorliegen.

Vor die Fig. 6 ist die Fig. 40, Taf. III meiner früheren Abhandlung zu setzen, welche, das indifferente Stadium vorstellend, den Ausgangspunkt abgeben kann.

Vom Menschen habe ich bisher nur von Embryonen von 4·4, 6·5, 15·5 und 22*cm* Körperlänge die Ovarien zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Ich führe hier nur die Stadien an, bei denen die Drüsen ganz gut conservirt angetroffen wurden.

Was ich bei diesen Embryonen angetroffen habe, stimmt mit den Befunden bei Thieren überein. Differenzen, welche sich ergeben, sind von gar keiner principiellen Bedeutung. Zu bemerken ist noch, dass die Sexualstränge im menschlichen Ovarium noch lange, nachdem sich eine Bindegewebsschichte der Albuginea des Hodens entsprechend angelegt hat, mit dem Pflüger'schen Schläuchen an vielen Stellen im Zusammenhange bleiben. Dieser Zusammenhang wird aber schliesslich auch ganz gelöst.

Die Zahl der Sexualstränge ist, wie ich auch bereits hervorgehoben habe, eine geringe.

An der Abgrenzung der Sexualstränge von den Pflüger'schen Strängen, welche beim Menschen zu einer sehr starken Ausbildung gelangen, betheiligen sich auch Blutgefässe in der bei Schafembryonen näher beschriebenen Art und Weise.

Da nun die spätere Proliferation, welche hier auch nur einzig und allein zur Bildung von Follikeln und Eiern führt, sehr mächtig wird, so findet man auch in diesen Theilen stärkere Blutgefässe (Fig. 12).

Sollte ich nun kurz meine Vorstellung über die Deutung der einzelnen Theile der Geschlechtsdrüsen geben, so möchte ich sagen: Käme alles bei Säugethieren (inclusive Mensch) und

Hühnchen (vielleicht für die Vögel überhaupt giltig) zur vollen Ausbildung, so würde daraus eine hermaphroditische Drüse resultiren, welche im Innern den Hoden und an seiner Oberfläche den Eierstock zeigen würde, wie ja solche Verhältnisse bei niederen Thieren beschrieben sind.

Verfolgt man nun schrittweise die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen, so glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, dass zunächst eine Drüse gebildet wird, welche an epithelialen Elementen nur jene der primären Proliferation enthält. Es ist diese Auffassung insofern verschieden von jener Egli's, als dieser hier schon vom Hoden spricht und man nur sagen kann: Wird die secundäre Proliferation abgeschwächt oder gar unterdrückt, so entwickelt sich diese Drüse zu Hoden; tritt sie mächtig auf, so resultirt das Ovarium, indem zugleich die Epithelstränge der primären Proliferation zumeist atrophiren oder andere Bahnen bei der Entwicklung einschlagen als ihre Homologa im Hoden, die Samencanälchen.

Es sind also die Zellen, aus denen das Sperma entsteht, Abkömmlinge jener aus der anfänglichen Proliferation des Keimepithels entsprungenen Zellen, also beim Betrachten der Ontogenie dieser Thiere die älteren; jene Zellen, deren Abkömmlinge das Eichen liefern, sind ontogenetisch die jüngeren.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein giltige Bezeichnungen.

Nna. = Nebennierenanlage.
mes. = Mesenterium.
Oe. = Oberflächenepithel der Geschlechtsdrüsen.
A = Aorta.
Urn. = Urniere.
Gl. = Wand des Urnierenglomerubus.
S. = solide Zellstränge (Segmentalstränge, Sexualstränge).
KL = Körperlänge, der Krümmung nach gemessen.

Fig. 1. Die ersten Anfänge der Proliferation des Coelom epithels zur Bildung der Nebenniere von einem Schafembryo 5 *mm* Körperlänge ohne Rücksicht auf Krümmung gemessen.

Fig. 2. Ovarien eines Huhnembryo von 2·7 *cm* Körperlänge der Krümmung nach gemesssen. Rechterseits das atrophirte Ovarium, dessen Oberflächenepithel ganz niedrig ist; linkerseits das sich weiter entwickelnde Ovarium, dessen Oberflächenepithel eine starke Proliferation zeigt und von den Strängen der anfänglichen Proliferation durch Bindegewebe ziemlich isolirt erscheint, obwohl man noch hie und da Verbindungen zwischen beiden sehen kann. Projicirt bei Oc. III, Obj. 4, Reichert. Detail bei stärkerer Vergr. eingez.

Fig. 3. Hoden eines Huhnembryos von 4·8 *cm* Körperlänge der Krümmung nach gemessen. Der rechtsseitige Hoden ist schief geschnitten, weil bei den Hunden die Längsachsen distalwärts convergiren, und wenn man den einen (und das ist hier der linke) gerade quer trifft, so erscheint der andere schief geschnitten. Aus

diesem Grunde erscheint hier der rechtsseitige Hoden grösser. Bei der Durchmusterung der ganzen Serie erweist sich aber gerade das Gegentheil. Das Oberflächenepithel verhält sich ebenso wie bei den Ovarien der Fig. 2. Obwohl beide Hoden bleibende Organe sind, ist nur an jenem das Epithel höher, welcher der Lage nach jenem Ovarium entspricht, welches sich weiter entwickelt. Proj. Oc. I, Obj. 4. Reichert.

Fig. 4. Die Geschlechtsdrüsenanlage und die Anlage der Nebenniere eines Huhnembryo von 1·7 *cm* Körperlänge, der Krümmung nach gemessen. Das Oberflächenepithel proliferirt in das Stroma in Form von Strängen. Diese hängen mit der Nebennierenanlage zusammen. Die Nebennierenanlage kann man noch etwas gegen das Mesenterium verfolgen, auf welches noch das zwar einschichtige, aber aus cubischen, sich weiter abflachenden Zellen bestehende Epithel sich weiter zieht.

Fig. 5 ist bei stärkerer Vergrösserung das histologische Detail aus der Fig. 6 der Stelle *a*. Das Oberflächenepithel ist stellenweise einschichtig, es proliferirt etwas in die Tiefe. Diese Proliferation ist an den meisten Stellen getrennt von den soliden Epithelsträngen (Sexualsträngen), welche ihr Entstehen der anfänglichen Proliferation verdanken, durch parallel zur Oberfläche gelagerte Bindegewebezellen. In den soliden Zellsträngen kommt hie und da eine grosse blasse Zelle *b* vor.

Fig. 6. Ovarium eines Schweinembryo von 3·3 *cm* Körperlänge, der Krümmung nach gemessen. Das Oberflächenepithel zeigt eine Proliferation, welche bei Durchmusterung einer vollständigen Schnittserie noch an mancher Stelle mit den epithelialen Strängen der primären Proliferation zusammenhängt. Im Hilus der Drüse ist das Bindegewebe verdichtet, analog dem Corpus Highmori des Hodens. Diese Drüse ist etwas schief getroffen und erscheint deshalb grösser als jene in Fig. 7. Proj. Oc. I, Obj. 4. Reichert.

Fig. 7. Ovarium eines Schweinembryo von 5 *cm* Körperlänge nach der Krümmung. Zeigt dieselben Verhältnisse wie Fig. 6, nur ist die oberflächliche Proliferation eine stärkere und ihre Verbindung mit den Strängen der anfänglichen Proliferation bei Durchmusterung einer Schnittserie eine seltenere als bei dem vorhergehenden Präparate. Die Sexualstränge haben nicht

zugenommen. Im Hilus der Drüse ist das verdichtete Bindegewebe, von welchem in der Fig. 6 als des Analogon des Corpus *H.* Erwähnung gemacht ist, noch mehr ausgebildet. In späteren Stadien schwindet diese Verdichtung immer mehr und mehr. Proj. Oc. I, Obj. 4. Reichert.

Fig. 8. Ovarium eines Schweinembryo von 7·2 *cm* Körperlänge nach der Krümmung. Projicirt bei derselben Vergrösserung wie Fig. 6 und 7. Die Proliferation des Oberflächenepithels ist eine bedeutend stärkere, die Trennung der Corticalis und der Medullaris eine ganz deutliche. Die Sexualstränge haben nicht zugenommen, wohl aber das Bindegewebe. Blutgefässe *(c)* bilden hier sozusagen ein continuirliches Geflecht zwischen den Strängen der primären und jenen der späteren Proliferation. Eine Andeutung dieser Vertheilung der Blutgefässe kann man schon in Fig. 6 und 7 wahrnehmen.

Fig. 9. Ovarium eines 13 *cm* langen Schweinembryo (nach der Krümmung). Diese Figur ist projicirt bei schwächerer Vergrösserung, weil das Bild zu gross ausgefallen wäre, nämlich Oc. III, Obj. 1, bei eingezogenem Tubus. Das Detail mit Obj. 4 eingezeichnet. Hier kann man bereits die epitheliale oberflächliche Wucherung, welche durch das Bindegewebe in einzelne Abschnitte getheilt ist, sicher als Pflüger'sche Eischläuche erkennen. Die Zellstränge der anfänglichen Proliferation sind im Vergleich zum Bindegewebe nur spärlich. Stärkere Blutgefässäste sind ebenfalls zwischen den beiden Proliferationen gelagert.

Fig. 10. Ovarien eines Hühnchens von 5 *cm* Körperlänge (der Krümmung nach), *a* das linke weiter sich entwickelnde (siehe Fig. 2). Die Zellstränge und Zellhaufen der späteren Proliferation, welche schon deutlich die Pflüger'schen Eischläuche vorstellen, sind von den Strängen der primären Proliferation durch Bindegewebe ganz getrennt. Jene Stränge der primären Proliferation, welche die Medullaris der Drüse vorstellen, sind blass und durch Bindegewebe bedrängt. Einige unter ihnen haben sich zu Canälchen umgestaltet *k*, einige nicht zahlreiche heben sich durch dunklere Färbung von der Umgebung ab. Vom Hilus her sind viele Gefässe in die Substanz der Drüse hineingewachsen. Dieses gilt für beide Drüsen. Die rechtseitige Drüse ist kleiner, besteht nur aus

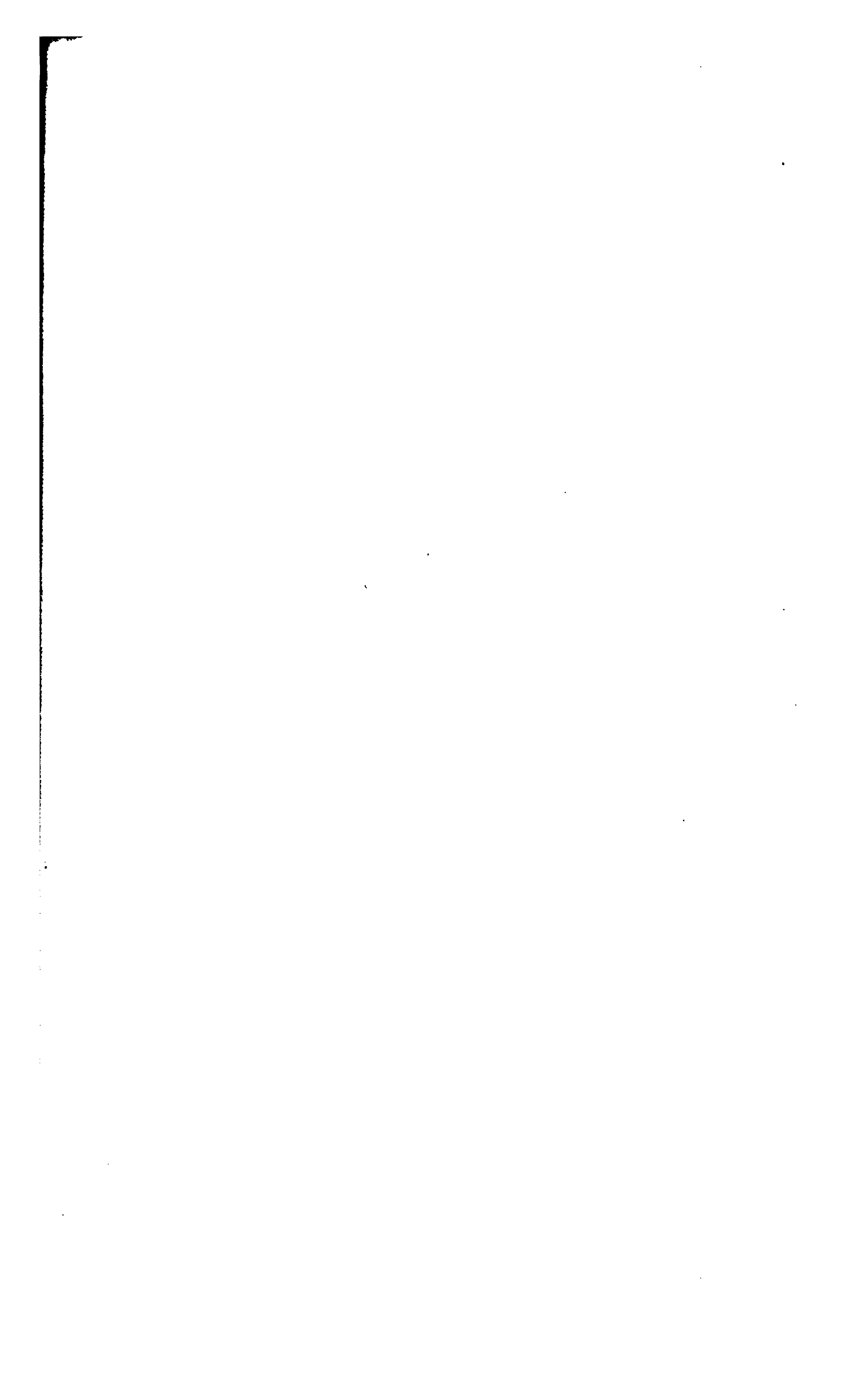
Strängen der anfänglichen Proliferation und zeigt an der Oberfläche statt der mächtigen späteren Proliferation nur flache Epithelzellen. Sie hat, wie auch schon in jüngeren Stadien ganz das Aussehen des Hoden (conforma Fig. 2—3). Bei *g* ein Ganglion. Proj. Oc. I, Obj. 4. Reichert. Detail bei stärkerer Vergrösserung.

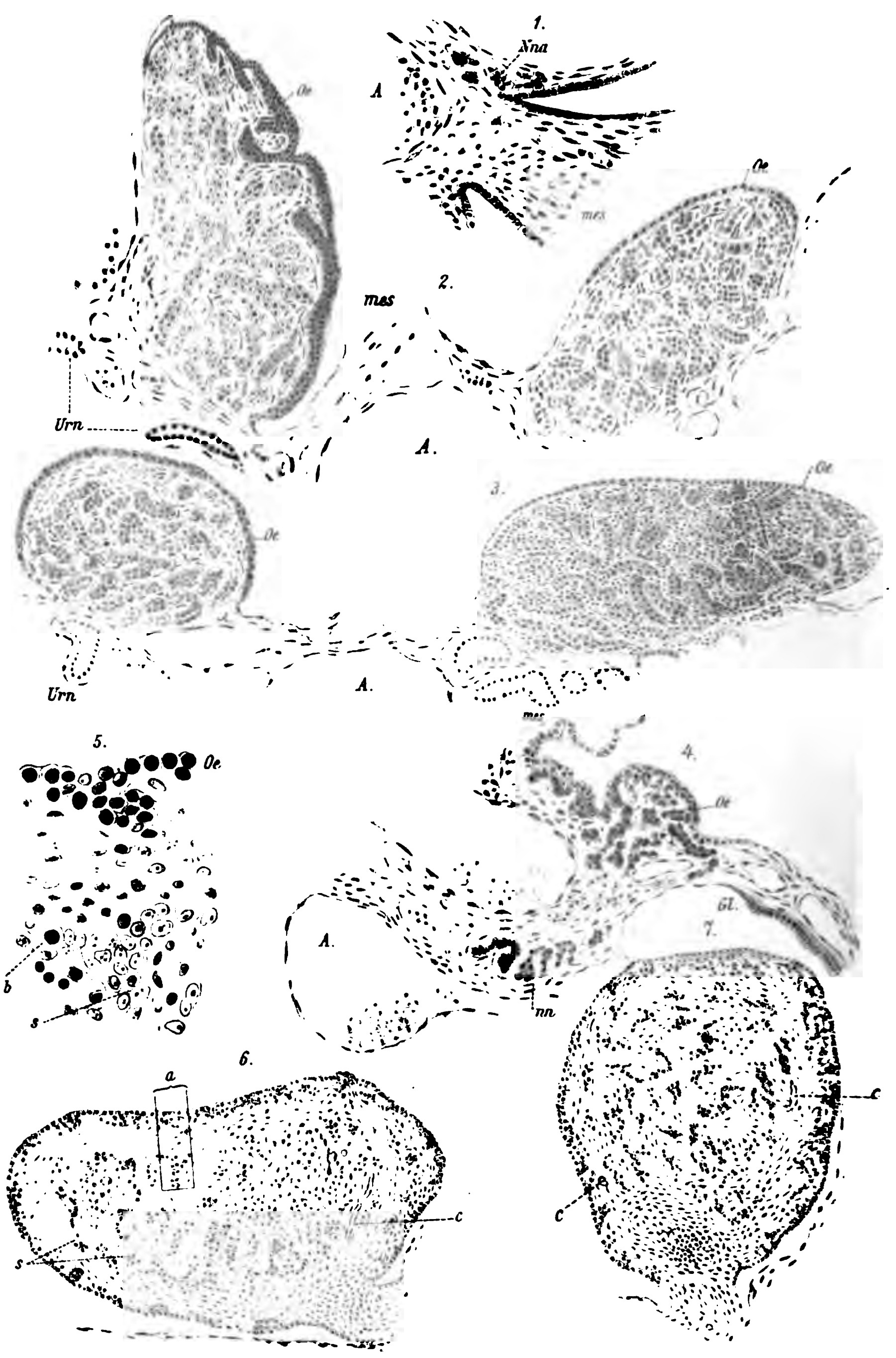
Fig. 11. Ovarium eines Huhnembryo von 2·7 *cm* Körperlänge. Das Verhältniss der anfänglichen zur späteren Proliferation wie in Fig. 2. Die Nebennierenanlage hängt noch durch mehrere Stränge mit den Sexualsträngen des Ovariums zusammen (in der Figur ist nur ein Strang Nnstr.), welcher diese Verbündung herstellt, gezeichnet.

Fig. 12. Ovarium eines menschlichen Embryo von 22 *cm* Körperlänge. Die Pflüger'schen Schläuche bilden die Hauptmasse des Ovarium aus. In der Medullaris sind die beim Menschen zur spärlichen Entwicklung gelangenden Epithelstränge der primären Proliferation. Sie sind fast ganz isolirt von den Pflüger'schen Schläuchen, sie hängen aber doch hie und da mit ihnen zusammen. Einige kleine Follikel sind bereits entwickelt *(F)*. Schwarz sind die Blutgefässe gezeichnet. Proj. Oc. II, Obj. 1. *V. v.* = vena vertebralis.

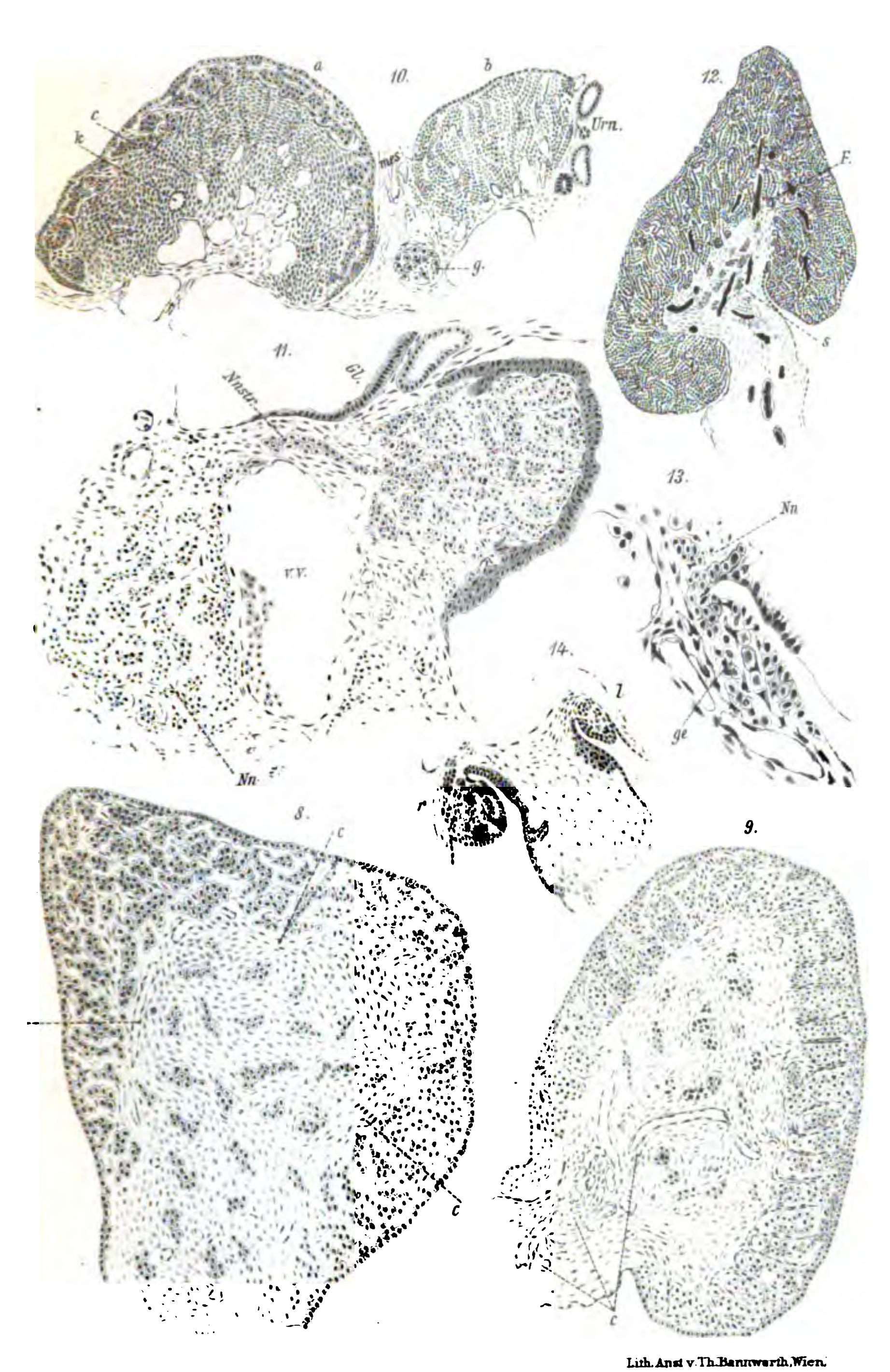
Fig. 13. Huhnembryo von 1·6 *cm* Körperlänge. Der Schnitt ist vom hintersten Ende der Geschlechtsdrüsenanlage *(ge)* genommen, um zu zeigen, dass die Nebenniere nicht nur vor der Geschlechtsdrüsenanlage angelegt wird, sondern ziemlich lange sich gleichen Schrittes mit der Geschlechtsdrüse entwickelt.

Fig. 14. Huhnembryo von 1·8 *cm* Körperlänge. An den Geschlechtsdrüsenanlagen (*l* = linke, *r* = rechte) ist es noch nicht möglich mit Sicherheit das Geschlecht zu erkennen. Eine starke Wucherung des Epithels kann man auch an der Radix mesenterii (dem häufigen Sitz verschiedener Geschwulstbildungen) vorfinden, hier besonders linkerseits stark entwickelt. Auch in späteren Stadien kann man am Mesenterium die Zeichen der stattgehabten Proliferation sehen in Form von Herden von Epithelzellen, zum Theile mit dem Coelomepithel zusammenhängend (wie man an der rechten Seite des Mesenteriums in der Figur sehen kann), oder auch isolirt, ohne jeden Zusammenhang.





Rejsek a. n. d.



Lith. Anst v. Th. Bannwarth, Wien.



X. SITZUNG VOM 24. APRIL 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft II—III (Februar bis März 1890) des XI. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das w. M. Herr Prof. C. Toldt überreicht eine Abhandlung des Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau, unter dem Titel: „Die Arterien des verlängerten Markes vom Übergang bis zur Brücke.“

Das w. M. Herr Hofrath v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium begonnene und im Laboratorium des Herrn Prof. Pohl an der k. k. technischen Hochschule in Wien zu Ende geführte Arbeit: „Zur Kenntniss der Orthodicarbonsäuren des Pyridins“, von Dr. H. Strache.

Der Vorsitzende, Herr Hofrath Prof. J. Stefan, überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über elektrische Schwingungen in geraden Leitern“.

Herr Dr. Ernst Lecher in Wien überreicht eine Arbeit, betitelt: „Studie über elektrische Resonanzerscheinungen“.

Der Secretär, w. M. Ed. Suess, bespricht die vorläufigen Ergebnisse von Studien, welche von dem k. u. k. Linienschiffs-Lieutenant L. v. Höhnel, von Prof. F. Toula und dem Vortragenden über gewisse Theile des östlichen Afrika gemacht worden sind, und welche demnächst in einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung unter dem Titel: „Grundzüge des Baues des östlichen Afrika“ der kais. Akademie vorgelegt werden sollen.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Zapałowicz, H., Rośliuna szata gór Pokucko Marmaroskich. (Pflanzendecke der Pokutisch-Marmaroscher Karpathen.) Krakau, 1889; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. V. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.

XI. SITZUNG VOM 8. MAI 1890.

Seine Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter setzt die kaiserliche Akademie mit hohem Erlasse vom 25. April l. J. in Kenntniss, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator in der diesjährigen feierlichen Sitzung am 21. Mai erscheinen und dieselbe mit einer Ansprache eröffnen werde.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der oberösterreichischen Statthalterei vorgelegten Tabellen und graphischen Darstellungen über die Eisbildung auf der Donau während des Winters 1889/90 in den Pegelstationen Aschach, Linz und Grein.

Das c. M. Herr Prof. Franz Exner in Wien übersendet eine Arbeit: „Beobachtungen, betreffend die elektrische Natur der atmosphärischen Niederschläge“, von den Herren J. Elster und H. Geitel, Oberlehrern am herzoglichen Gymnasium zu Wolfenbüttel.

Herr Prof. Dr. G. Haberlandt übersendet eine im botanischen Institute der k. k. Universität zu Graz ausgeführte Arbeit, betitelt: „Die Reservestoffbehälter der Knospen von *Fraxinus excelsior*“, von Herrn Ferdinand Schaar.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie einer Gattung windschiefer Flächen“, von Prof. A. Sucharda an der k. k. Staatsmittelschule in Tabor.

2. „Über Plancurven vierter Ordnung vom Geschlechte Eins", von Prof. W. Binder an der Landesoberrealschule in Wiener-Neustadt.

Ferner legt der Secretär eine von Herrn H. Prohazka in Buchberg behufs Wahrung der Priorität eingesendete Mittheilung: Beschreibung und Zeichnung seiner Erfindung einer hydraulisch-atmosphärischen Maschine vor.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak berichtet über eine Arbeit des Herrn Prof. C. Dölter in Graz: „Versuche über die Löslichkeit der Minerale".[1]

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine Abhandlung des Herrn Regierungsrathes Prof. Dr. F. Mertens in Graz, betitelt: „Die Invarianten dreier quaternären quadratischen Formen".

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Abhandlung von Dr. J. M. Eder, Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien: „Über das sichtbare und ultraviolette Emissionsspectrum schwach leuchtender verbrennender Kohlenwasserstoffe (Swan'sches Spectrum) und der Oxyhydrogenflamme (Wasserdampfspectrum)".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsoberrealschule im II. Bezirk von Wien: „Neue Eiweissreactionen", von C. Reichl.

Das c. M. Herr Prof. A. Schrauf in Wien überreicht folgende Mittheilung: „Über die thermische Veränderung der Brechungsexponenten des prismatischen Schwefels".

Herr Prof. Dr. Franz Toula überreicht eine Arbeit des Herrn G. N. Zlatarski in Sofia, welche betitelt ist: „Ein geologischer Bericht über die Srednja Gora zwischen den Flüssen Topolnica und Strema".

XII. SITZUNG VOM 16. MAI 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft I—III (Jänner bis März 1890) des 99. Bandes, Abtheilung III, der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine im physiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie ausgeführte Arbeit von Prof. Dr. J. Singer und Dr. E. Münzer, betitelt: „Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems, insbesondere des Rückenmarkes".

Das c. M. Herr Hofrath Prof. A. Bauer in Wien überreicht eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz: „Über die Constitution einiger Derivate des Cyanamids", von Alois Smolka.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer übersendet eine Abhandlung: „Über einen arithmetischen Satz des Herrn Charles Hermite".

Herr Prof. Dr. Otto Stolz in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Maxima und Minima der Functionen von mehreren Veränderlichen".

Herr Prof. Dr. Veit Graber in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Vergleichende Studien am Keimstreif der Insecten".

Der Secretär legt eine eingesendete Arbeit von Dr. Max Blanckenhorn in Cassel, betitelt: „Das marine Miocän in Syrien", vor.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von Dr. Friedrich Jünnemann in Hietzing vor, welches die Aufschrift führt: „Abhandlung über den chemisch reinen flüssigen Kohlenstoff, seine Bereitungsweise und seine Eigenschaften“.

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Arbeit des Herrn Leopold Schneider, Adjunct am k. k. Probiramte in Wien, unter dem Titel: „Studien über chemisch-gebundenes Wasser (Hydratwasser, Krystallwasser)“.

Ferner überreicht Herr Prof. Loschmidt eine Arbeit aus dem Laboratorium der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, von Herrn Alexander Lainer, betitelt: „Ein neues wasserfreies Goldchloridkalium“.

Herr Prof. Dr. Franz Toula berichtet über eine Anzahl von Säugethierresten, welche ihm von Seite des Dr. Halil Edhem Bey in Constantinopel zur Verfügung gestellt worden sind.

Herr Prof. Dr. Franz Toula macht eine vorläufige Mittheilung über einige bei Gelegenheit einer Studienexcursion an die untere Donau (zwischen Orsova-Neu Moldava einer- und Golubac abwärts andererseits) gemachte geologische Beobachtungen.

Herr Dr. Ernst Lecher überreicht eine Arbeit: „Über die Messung der Dielektricitätsconstanten mittelst Hertz'scher Schwingungen“.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. VI. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



XIII. SITZUNG VOM 6. JUNI 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft I—III (Jänner bis März 1890) des 99. Bandes, Abtheilung II. b. der Sitzungsberichte, ferner das Heft IV (April 1890) des XI. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet zwei Abhandlungen.

1. „Ein Beitrag zur Constitution der Niveaulinien", von Dr. Paul Czermak, Privatdocent an der k. k. Universität in Graz.
2. „Der freie Fall, berechnet aus dem Gravitationsgesetze", von Dr. Alois Walter.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Adolf Weiss in Prag übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Weitere Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen mit Einschluss der eigentlichen Spalte derselben".

Das c. M. Herr Prof. Rich. Maly übersendet eine Abhandlung: „Uber das Orceïn", von Karl Zulkowski, Prof. an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag und Karl Peters, Assistenten daselbst.

Herr Prof. Dr. G. Haberlandt in Graz übersendet eine Arbeit, betitelt: „Zur Kenntniss der Conjugation bei *Spirogyra*".

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet eine Mittheilung: „Über die Giftigkeit der bösartigen Geschwülste (Krebse)".

Von Herrn Dr. Geiza Bukowski ist ein vorläufiger Reisebericht aus Kleinasien, ddo. Bulatly, 8. Mai 1890 eingelangt.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Die Projectionen des Pentagon-Dodekaëders", von Herrn Julius Mandl, k. u. k. Genie-Oberlieutenant in Jaroslau.
2. „Bericht über die Gravitation, sowie auch über die wahre Lage und Bewegung der Erde", von Herrn Ludwig Horkaŷ in Josefstadt (Böhmen).

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität von einem Anonymus vor, welches angeblich eine Mittheilung über eine pflanzenphysiologische Frage enthält und das Motto trägt: „*Evidentiae sunt*".

Das w. M. Herr Prof. J. Wiesner gibt im Anschlusse an seine „Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut" (Sitzber. 1886) ein vorläufiges Resumé über seine „Studien, betreffend die Elementargebilde der Pflanzenzelle".

Das w. M. Herr Hofrath Prof. A. Winckler überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über den Multiplicator der Differentialgleichungen erster Ordnung". I.

Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Caruel Theodoro, Filippo Parlatore. Flora Italiana. (Fortsetzung). Vol. VI—IX. Firenze, 1884—1890; 8°.

Darapsky L., Las Aguas Minerales de Chile. (Preisschrift). Valparaiso, 1890, 8°.

Miller-Hauenfels A. v., Der mühelose Segelflug der Vögel und die segelnde Luftschifffahrt als Endziel hundertjährigen Strebens. Wien, 1890; 8°.

XIV. SITZUNG VOM 12. JUNI 1890.

Frau Melanie von Zepharovich, Witwe des am 24. Februar d. J. zu Prag verstorbenen k. k. Hofrathes und Universitätsprofessors Dr. Victor Leopold Ritter von Zepharovich, wirklichen Mitgliedes der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, hat an das Präsidium der kaiserlichen Akademie folgendes Schreiben gerichtet:

Prag am 11. Juni 1890.

Hohes Präsidium!

Mein verstorbener Gatte, Victor Ritter von Zepharovich, Professor der Mineralogie an der deutschen Universität in Prag, hatte den Wunsch, der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien den Betrag von 20.000 fl. für eine Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Forschungen auf mineralogisch-krystallographischem Gebiete zu übergeben.

Da er durch ein unvorhergesehen rasches Ende an der Ausführung dieses Wunsches verhindert wurde, sehe ich mich nach getroffenem Übereinkommen mit seinen Erben Herrn Max Ritter von Zepharovich und Herrn Oberlandesgerichtsrath Dr. August Ritter von Zepharovich veranlasst, diesen Gedanken aufzunehmen, und jene Stiftung in seinem Sinne zu errichten.

Zunächst beehre ich mich daher, die ergebene Anfrage zu stellen, ob die kaiserliche Akademie der Wissenschaften geneigt sei die bezeichnete Stiftung in Verwaltung zu nehmen.

Im Falle der Annahme würde ich die Verwendung des Erträgnisses der Stiftung, ob dasselbe alljährlich oder unter Um-

ständen cumulirt, zu Stipendien, Subventionen, ausgeschriebenen oder frei zu verleihenden Preisen benützt werde, dem freien Ermessen der Akademie anheim geben, und nur folgende Bedingungen stellen:

1. Dass die Stiftung den Namen meines Gatten trage,

2. dass alljährlich auf Grund des Gutachtens einer Commission von mindestens drei dem Fache angehörenden oder demselben zunächst stehenden Mitgliedern der Akademie in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe Beschluss gefasst werde über die Verwendung des Zinsenerträgnisses im Sinne der Stiftung und dieser Beschluss in der jährlichen feierlichen Sitzung der Akademie zur Veröffentlichung gelange.

Das w. M. Herr Prof. J. Wiesner übergibt im Anschlusse an das in der Sitzung vom 6. Juni 1890 vorgetragene Resumé eine für die Sitzungsberichte bestimmte: „Vorläufige Mittheilung über die Elementargebilde der Pflanzenzelle“.

Von Herrn Dr. Gejza Bukowski ist ein zweiter Reisebericht aus Kleinasien, ddo. Denizlü, 1. Juni 1890 eingelangt.

Der Vorsitzende, Herr Hofrath Professor J. Stefan überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über die Theorie der oscillatorischen Entladung.“

XV. SITZUNG VOM 19. JUNI 1890.

Der Vorsitzende theilt mit, dass der Herr Secretär der Classe, Prof. Suess, als Mitglied der in Budapest tagenden Delegation verhindert ist in der heutigen Sitzung zu erscheinen.

Das Curatorium der Schwestern Fröhlich-Stiftung in Wien übermittelt die diesjährige Kundmachung über die Verleihung von Stipendien und Pensionen aus dieser Stiftung zur Unterstützung bedürftiger und hervorragender Talente auf dem Gebiete der Kunst, Literatur und Wissenschaft.

Das c. M. Herr Prof. R. Maly in Prag übersendet eine chemische Abhandlung der Herren O. Gressly und M. Nencki in Bern unter dem Titel: „Zur Frage über die Constitution des Carboxyl-*o*-Amidophenols".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn C. Glücksmann: „Über die Oxydation von Ketonen vermittelst Kaliumpermanganat in alkalischer Lösung".

Herr Prof. Dr. Rudolph Benedikt überreicht eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Max Bamberger im Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien ausgeführte Arbeit: „Über eine quantitative Reaction des Lignins".

Herr Dr. Max Mandl in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über eine allgemeine Linsengleichung".

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. VII. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.



XVI. SITZUNG VOM 3. JULI 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft I—III (Jänner bis März 1890) des 99. Bandes, Abtheilung II. a. der Sitzungsberichte, ferner das Heft V (April 1890) des XI. Bandes der Monatshefte für Chemie vor.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Adolf Weiss in Prag übersendet eine Arbeit des Herrn Wilhelm Sigmund: Über fettspaltende Fermente im Pflanzenreiche."

Das c. M. Herr Hofrath Prof. Ernst Ludwig in Wien übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Dr. Richard Kerry und stud. med. S. Fraenkel, betitelt: „Die Einwirkung der Bacillen des malignen Oedems auf Kohlehydrate."

Herr Dr. K. Anton Weithofer übersendet eine in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Alfred Rodler ausgeführte Arbeit, betitelt: „Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie der Dampfspannung", von Dr. Gustav Jäger in Wien.
2. Beiträge zur Kenntniss der brasilianischen Provinz *São Paulo*", von Prof. Dr. F. W. Dafert aus Campinas (Brasilien).

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine Arbeit aus dem physikalisch-chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien von Julius Miesler, unter dem Titel: „Quan-

titativ-photographische Untersuchungen über elektrische Oscillationen."

Der c. M. Herr Prof. A. Schrauf in Wien überreicht eine Mittheilung: „Über Metacinnaberit von Idria".

Herr Dr. J. Holetschek, Adjunct der k. k. Universitäts-Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Über den scheinbaren Zusammenhang der heliocentrischen Perihellänge mit der Perihelzeit der Kometen."

Herr Dr. Gustav Kohn, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über eine neue Erzeugungsart der Flächen dritter Ordnung."

Herr Prof. E. Lippmann in Wien überreicht eine Arbeit des Herrn Alfred Klauber: „Über Xylylhydrazin".

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

D'Engelhardt, B., Observations Astronomiques. IIème Partie. Dresde, 1890; 4°.

XVII. SITZUNG VOM 10. JULI 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft I—III (Jänner bis März 1890) des 99. Bandes, Abtheilung I der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. Rich. Maly in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Einfache Umwandlung von Thioharnstoff in Harnstoff".

Von Dr. Gejza Bukowski ist ein dritter Reisebericht aus Kleinasien, ddo. Smyrna, am 27. Juni 1890 eingelangt.

Herr Prof. Dr. J. Gerstendörfer am k. k. Obergymnasium in Mies (Böhmen) übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Mineralien von Mies".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Alfons Spitzer: „Über Tetramethylphloroglucin".

Das w. M. Herr Prof. C. Toldt überreicht eine Abhandlung von Prof. Dr. M. Holl in Graz „Über die Reifung der Eizelle des Huhns".

Das c. M. Herr Prof. Franz Exner überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Beobachtungen über atmosphärische Elektricität in den Tropen." (II.)

Herr Prof. Dr. Karl Exner in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über die polarisirende Wirkung der Lichtbeugung". (I. Mittheilung.)

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine vorläufige Mittheilung: „Über die Energie magnetisch polarisirter Körper von veränderlicher Magnetisirungszahl“.

Herr Dr. S. Zeisel überreicht folgende zwei Abhandlungen: 1. „Neue Beobachtungen über Bindungswechel bei Phenolen“, von J. Herzig und S. Zeisel. (V. Mittheilung.) „Die Aethylirung des Resorcins.“ 2. „Neue Beobachtungen über Bindungswechsel bei Phenolen“, von J. Herzig und S. Zeisel. (VI. Mittheilung). „Die Aethylirung des sym. m. Orcins.“

Herr Dr. Josef Schaffer, Privatdocent und Assistent am histologischen Institute der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über Roux'sche Canäle in menschlichen Zähnen.“

Über die Reifung der Eizelle des Huhn's

von

Prof. Dr. **M. Holl** in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Reife Eizellen (Eier) sind solche, welche eine Reihe von Entwickelungszuständen durchgemacht haben, so dass sie einer Befruchtung fähig sind. Den Reifezustand hat die Eizelle beim Huhne wie auch bei den anderen Wirbelthieren dann erreicht, wenn sie aus ihrem Follikel sich heraus- und in den Eileiter hineinbegibt. Die Veränderungen, die die Eizelle des Hühnchens erfährt, bis sie jenen Reifezustand erreicht, wurde zum Vorwurfe einer Untersuchung gemacht; dieselbe musste aber aus äusseren Gründen eine Einschränkung erleiden, da es trotz vielfacher Bemühungen nicht gelang, Hennen zu erhalten, bei welchen die Eier gerade im Zustande des eben Eingetretenseins in den Eileiter sich befanden. Der grösste Follikel, der untersucht werden konnte, hatte einen Längsdurchmesser von 40 *mm*, wies also ein Massverhältniss auf, wie es sich in vielen Fällen am Dotter des gelegten Eies zeigt. Die Untersuchung des Keimes aber lehrte, dass die Reife noch nicht ganz erreicht wurde, wohl aber dass er sich derselben nahe befand. Da der Erhalt von Eiern über diesen Entwickelungszustand hinaus mehr weniger dem Zufalle überlassen bleibt, die gemachten Untersuchungen aber manches Wissenswerthe ergaben, so glaubte ich jetzt schon an eine Veröffentlichung der gewonnenen Befunde schreiten zu sollen, mit dem Bemerken, dass, sobald sich das Materiale günstig erweisen wird, ich das Schlussergebnis nachtragen werde.

Obwohl über die Bildung des Vogeleies und des mit ihm so nahe verwandten Reptilieneies ziemlich viele Untersuchungen vor-

liegen, so machen es aber doch die neueren Hilfsmittel der Untersuchung, dass einerseits manche Angaben richtig gestellt, andererseits manche neue Einzelnheiten beobachtet werden konnten.

Durch Gegenbaur's[1] gründliche Untersuchung: „Über den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mit partieller Dotterbildung“ wurde die überzeugende, wichtige Erkenntniss verschafft, dass das Vogelei den Werth einer einfachen Zelle besitze. Diese wesentliche Thatsache, für weitere Untersuchungen zu Grunde gelegt, macht es, dass dieselben mit grösserer Sicherheit angestellt werden können, als vorher und obwohl es vielleicht zur weiteren Bekräftigung der Gegenbaur'schen Lehre unnöthig erscheint, noch weitere Bemerkungen zu machen, so sei doch erwähnt, dass die gemachten Untersuchungen Gegenbaur's Anschauung vollständig bestätigen.

Dem eben Angeführten zu Folge, gehört alles das, was zunächst um die Eizelle herumliegt, der Follikelwandung an; aber wohl gleich entsteht die Frage, ob die Dotterhaut oder das Chorion (Frommann) eine Bildung der Eizelle selbst oder eine des Follikelepithels, oder eine beider ist, ob sie also zur Eizelle oder zur Follikelwand gerechnet werden muss. Aus später anzuführenden Gründen ist diese Haut kein Erzeugnis der Eizelle. Es musste diese letztere kurze Bemerkung gemacht werden, um gleich vom Anfange her über gewisse Verhältnisse unterrichtet zu sein.

Ich gebe zuerst die Beschreibung von Eizellen jüngsten Zustandes, wie sie sich in den Eierstöcken des eben ausgekrochenen oder einige Tage alten Hühnchens vorfinden, welcher Beschreibung sich dann die der weiteren Entwickelung anschliessen wird.

A. Eizellen jüngsten Zustandes (aus dem Eierstock des ausgekrochenen Hühnchens).

Von den meisten Autoren, die sich mit der Bildung des Vogeleies beschäftigten, werden als jüngste Zustände von Eizellen solche beschrieben, wo sich dieselben bereits innerhalb

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie. 1861. S. 491.

eines Follikels befinden. Durchschnitte durch den Eierstock des ausgekrochenen Hühnchens lehren aber, dass die weitaus grösste Zahl der Eier noch ausserhalb von Follikeln lagert; dem zu Folge werden diese jüngere Zustände darstellen müssen. Bei Bornhaupt[1] und Waldeyer[2] finden sich Angaben über solche Eizellen, wie auch über deren Entstehung im Embryo. Es wird angezeigt sein, die Angaben dieser Autoren hier zusammenhängend anzuführen, weil später auf sie mehrmals zurückgegriffen werden muss, andererseits aber dieselben auch als Einleitung für die Kenntniss der weiteren Befunde vom Werthe sind. Bornhaupt gibt an, dass auf allen den Eierstock eines 13tägigen Hühnerembryos treffenden Querschnitten, unmittelbar unter dem Peritonealepithele, senkrecht zur Oberfläche des Eierstockes gestellte Zellhaufen bemerkbar sind, „die sich von der Umgebung durch einen deutlichen Contour und eine eigenthümliche Beschaffenheit ihrer Zellen abheben. Während nämlich die zwischen diesen Zellenhaufen befindlichen, nach innen mit jener oben beschriebenen, gleichmässigen Zellenschichte zusammenhängenden Gewebszüge aus kleinen, spindelförmigen, mehr oder weniger von einander entfernten Zellen bestanden, liessen die fraglichen Zellhaufen dichtgedrängt aneinander liegende, verschieden grosse Zellen erkennen, unter denen sich einige durch besondere Grösse auszeichneten. An der Oberfläche des Eierstockes sah ich die Contouren dieser Zellenhaufen oft sehr deutlich in den Contour auslaufen, welcher das Peritonealepithel vom eigentlichen Gewebe des Eierstockes trennte, so dass die besprochenen Zellhaufen als Wucherungen des Peritonealepithels erschienen. Da ich nun später Gelegenheit fand, auch in den Geschlechtsdrüsen von 11- und 12tägigen weiblichen Embryonen ähnliche, mit dem Peritonealepithele zusammenhängende Zellhaufen wahrzunehmen, so bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass das Peritonealepithel des Eierstockes nach dem zehnten Tage in Gestalt senkrecht zur Oberfläche dieses Organes gestellter, zapfenförmiger, solider Körper nach innen wuchert und dass

[1] Untersuchung über die Entwickelung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. Riga 1867. Inaug.-Diss.

[2] Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

diese Körper, im weiteren Verlaufe immer tiefer in den Eierstock eindringend, sich unverkennbar zu den von Pflüger entdeckten, sogenannten Eischläuchen entwickeln. Obgleich ich die Weiterentwickelung dieser zapfenförmigen Körper nicht verfolgt habe, so glaube ich doch aus ihrer Beschaffenheit und Lage die Schlussfolgerung ziehen zu müssen, dass sie, der Pflüger'schen Lehre entsprechend, den Follikelinhalt des Eierstockes abgeben, wobei ich nur, hinsichtlich der Lage, an die von allen neueren Beobachtern constatirte Thatsache zu erinnern brauche, dass die jüngsten Zustände der Follikelanlage sich immer in der äussersten Peripherie dieses Organes finden.“ Waldeyer,[1] nachdem er die Verdickung des Keimepithellagers als Eierstocksanlage hingestellt, äussert sich: „Die auffallendste Erscheinung in diesem jungen Ovarialephithel bilden aber vereinzelt liegende, grössere, rundliche Zellen mit glänzenden grossen Kernen. Die Zellen messen (nach der Erhärtung) 15—18 μ, die Kerne 9 μ; hie und da war auch ein Kernkörperchen wahrzunehmen. Ich zweifle nicht daran, dass wir hier die jüngsten Eier vor uns haben. Das principiell wichtige bei diesem Befunde bleibt, abgesehen von dem frühen Auftreten der Eier und ihrer directen Beziehungen zum Keimepithel, ihr Auftreten bereits in der offenen, freien Epithellage. Die ersten Spuren beim Huhne dürfen aber nicht in schlauchartigen, follikulären Bildungen gesucht werden, sondern sind bereits in dem Keimepithel, das hienach seinen Namen mit vollstem Rechte verdient, vorhanden.“ Seite 55 heisst es: „Bei Embryonen vom 12. bis 14. Brüttage zeigt sich nun jener interessante, Seite 43 bereits eingehend besprochene Durchwachsungsprocess des Oberflächenepithels einerseits mit dem darunterliegenden Stroma andererseits; derselbe ist um diese Zeit am deutlichsten zu verfolgen. Auch bei eben ausgekrochenen Hennen erhalten wir ähnliche Bilder. . . . Von dieser tieferen Stromapartie erheben sich radiär gestellte grössere Gefässbalken, von denen nach allen Seiten sich erstreckende zarte Fortsätze ausgehen, so dass nach oben, gegen das Epithel hin, die einzelnen Balken fast schirmdachähnlich sich ausbreiten. Innerhalb der Lücken des auf diese Weise geschaffenen Netzwerkes sieht man

[1] L. c. S. 137.

nun beim Neugebornen schon in ziemlich ansehnlicher Tiefe eine Menge grosskerniger, umfangreicher und zahlreiche kleine Zellen von epithelialer Anordnung liegen. Die kleineren Zellen gleichen vollständig denen des Oberflächenepithels und hängen nach oben hin durch die Lücken des Schirmdaches continuirlich mit den letzteren zusammen. Dass die grösseren Zellen die jungen Eier sind, bedarf keines weiteren Beweises, zumal man alle Übergänge zu den reiferen Formen hin verfolgen kann. Dass die kleineren epitheliale Elemente sind, zeigt ihr directer Übergang zu dem Oberflächenepithel..... Die Parenchymzone des jungen Hühnereierstockes verhält sich genau so, wie die eines Säugethiers — oder menschlichen Fötus; sie besteht aus einem bindegewebigen, gefässführenden Maschenwerk mit verschieden grossen, unter einander cavernös communicirenden Binnenräumen, in welchem sich die jungen Eier, umgeben von Epithelialzellen, eingebettet vorfinden. Anfangs ist die Lagerung der Eier und Epithelzellen eine unregelmässige; oft sieht man zahlreiche Eier dichtgedrängt mit nur wenigen Epithelzellen dazwischen, oft schon Anordnungen wie bei den späteren Follikeln. Die Eizelle zeigt Kern, Kernkörperchen und Protoplasma, aber keine Membran oder eine Zonoidschichte; sie ist umgeben von einem Kugelmantel von Epithelzellen; das sind die jüngsten Follikel, die Primordialfollikel des Hühnereies. Auch schlauchförmigen Bildungen, wie sie Pflüger für das Säugethierovarium beschrieben hat, kann man begegnen, namentlich in älteren Ovarien; ich traf sie jedoch auch in jüngeren; sie entstehen beim Vogel ganz wie beim Säugethier."

Beide Autoren schildern die Entstehung der Eier aus dem Peritoneal-, beziehungsweise Keimepithel, als besonders grosse, nach Waldeyer rundliche, vergrösserte, mit besonders grossem glänzenden Kern versehene Keimepithelzellen, die hie und da ein Kernkörperchen besitzen (S. 137 l. c.). Es ist richtig, dass die bedeutende Grösse eine besonders hervorzuhebende Eigenschaft der Eizellen ist, denn unter allen Zellen, die im Eierstock vorhanden sind, erreichen keine ihre Grösse; aber es sind noch andere Eigenthümlichkeiten an ihnen bemerkbar, die sie von den übrigen Zellen im hohen Grade unterscheidbar machen, und die während der Beschreibung des Folgenden angeführt werden.

Der Eierstock eines ausgekrochenen oder ein bis zwei Tage alten Hühnchens zeigt an seiner Oberfläche das Keimepithel; darunter das Stroma ovarii. Wie Waldeyer[1] gefunden, so finde auch ich, dass vom Stroma ovarii radiär gestellte Balken gegen die Oberfläche treten und sich hier schirmdachähnlich ausbreiten. Es muss hervorgehoben werden, dass diese Balken, wie sie Waldeyer auch zeichnet, aus Fasern bestehen, die reichlichst Zweige entsenden, welche vielfach mit spindelförmigen Kernen versehen sind.

So wird ein gröberes und ein feineres oder feinstes Balkenwerk geliefert, das grössere und kleinere Lücken enthält und überall findet man die spindelförmigen Zellen im Verlaufe der Fasern eingeschaltet oder an deren feinsten Ausläufern hängen. Gegen das Oberflächenepithel zu sind in den Enden der Balken diese Zellen massenhaft vorhanden, wie auch hier von ihnen viele der feinsten Fortsätze entsendet werden.

Dicht unter dem Epithele werden von Stelle zu Stelle grössere oder kleinere Haufen von eigenthümlichen grossen Zellen angetroffen, welche einerseits mit einzelnen Zellen zwischen die Epithelzellen hineinragen (die so ganz die Oberfläche erreichen), andererseits nach innen zu, gegen schon in Follikeln liegende Eier oder gegen reichlich entwickeltes Stroma angrenzen. Nach den Seiten zu grenzen diese Haufen an die Hauptbalken des Stroma mit ihren Ausläufern, oder auch an Eier enthaltende Follikel. Die Haufen der grossen Zellen sind Einester, wie sie Balfour[2] z. B. von Eierstöcken von Scyllium canicula abbildet. Wie ich nebenbei bemerken will, so findet sich im Hauptsächlichen eine grosse Übereinstimmung zwischen den Bildern, die Balfour von Scyllium c. gibt und denen, die ich vom Hühnchen erhalten. Der Eierstock des ausgekrochenen Hühnchens enthält also haufenweise beisammen liegende Eizellen und solche, die schon innerhalb eines Follikels liegen; selbstverständlich sind diese Follikel noch klein. Die Lagerung der Eizellen in Haufen erinnert an die Schilderung von Born-

---

[1] L. c. S. 56.

[2] On the structure and development of the Vertebrate Ovary. Quart. Journ. 18. Band. 1878.

haupt, die oben angeführt wurde und man trifft demnach beim ausgekrochenen Hühnchen zum Theile noch dieselben Befunde, wie sie von Bornhaupt beim 13tägigen Embryo gemacht wurden. Schlauchförmige Bildungen konnten (auch in älteren Eierstöcken) nicht gefunden werden, und kann ich demnach der Angabe Stricker's[1] und seinen Abbildungen von Schläuchen aus einem achttägigen Eierstock nicht beistimmen.

Ich gehe nun auf eine Schilderung der Eizellen, wie sie noch im Haufen beisammen liegen, ein und werde dann ihre Beziehungen zum Stroma ovarii, beziehungsweise die Bildung des Follikels erörtern.

Untersucht man die Eizellhaufen (wenn die Eierstöcke mit Flemming's Gemisch behandelt und Boraxcarmin gefärbt wurden), die bei nur oberflächlicher Betrachtung wie gleichartige Felder erscheinen, so ist am meisten auffällig, dass in diesen Feldern eine grössere oder geringere Zahl grosser, glänzender, tief gefärbter Punkte vorhanden ist, die nichts anderes als die Kernkörperchen der einzelnen Eizellen sind. Beobachtet man nun eingehender, so gewahrt man alsbald den Kern und den Protoplasmaleib der einzelnen Zelle, welch letzterer am meisten Aufmerksamkeit erfordert. Jede Eizelle besteht aus einem Protoplasmaleib und Zellkern. Die Form der Zellen ist eine verschiedene; meist eine mehreckige, bewirkt durch den gegenseitigen Druck. Was hervorgehoben werden muss, ist, dass sie in diesem Zustande einer umhüllenden Membran entbehren, also nackte Zellen darstellen; vielleicht ist das Protoplasma an der Oberfläche verdichtet, weil es wohl eigenthümlich ist, warum wenn sie so dicht aneinanderliegen, nicht zusammenfliessen, aber eine Zellmembran, wie sie an anderen Zellen anzutreffen ist, besteht gewiss nicht. Wo die Zellen aneinandergrenzen, macht sich zwischen ihnen eine äusserst feine, dunkle Linie bemerkbar, die eben die Grenze zwischen den einzelnen Zellleibern anzeigt. Aber nicht immer findet sich diese feinste Grenzlinie, denn stellenweise liegen zwischen den Eizellen rundliche, ovale, spindelförmige Zellen von denselben Eigenschaften, wie sie die

---

[1] Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien. LIV. Band. 2. Abth. 1866. S. 116.

Zellen des Stroma aufweisen, und ihre Ausläufer, die ungemein fein sind, schieben sich zwischen die Eizellen auf längere oder kürzere Strecken hinein; an Stellen, wo der Zellhaufen an das Stroma angrenzt, sieht man fast immer Zellen des Stroma oder deren feinste Ausläufer sich zwischen die benachbarten Eizellen eindrängen.

Wegen der unregelmässigen Form können Messungen über die Grössenverhältnisse nur annähernd gemacht werden. Als Durchschnittsmass finde ich die Zelle 14 μ lang und ebenso oder meist nur 8 bis 9 μ breit. Waldeyer[1] fand sie bei Embryonen 15 bis 18 μ gross. Der Kern, der rundlich oder auch kurz oval ist, misst meist 9 μ; also ebensoviel wie Waldeyer von den erwähnten Zellkernen angiebt.

Der Zellleib scheint aus einem fast gleichartigen Stoffe zu bestehen, der den Eindruck einer grossen Dichte macht; manchmal glaube ich, bei Anwendung von stärksten Vergrösserungen, beobachtet zu haben, dass er gekörnt ist. An mit Flemming'schem Gemisch behandelten Eierstöcken, die dann mit Boraxcarmin oder Hämatoxylin gefärbt wurden, ergab sich trotz einige Stunden lang andauernder Behandlung eine mangelhafte Färbung; nach Boraxcarmin-Behandlung wird der Zellleib licht bis dunkelbraun; wirkt Hämatoxylin lange Zeit ein, so färbt er sich tief dunkel. Theile des Eierstockes, nur mit vollgradigem Weingeist behandelt und dann mit Boraxcarmin gefärbt, ergaben einen schwach gefärbten Zellleib.

Der Zellkern liegt meist in der Mitte der Zelle; im Verhältniss zum umgebenden Zellleib zeichnet er sich durch seine besondere Grösse aus; seiner Form wurde früher Erwähnung gethan. Er besitzt, im Gegensatze zur Angabe van Beneden's,[2] eine deutliche Kernhaut, die den Kerninhalt enge umschliesst. Mit dem Fortschreiten der Entwickelung hebt sich der Kerninhalt meist von der Kernhaut ab und Abbildung 1 zeigt einen Kern einer 20 μ grossen Eizelle, wo sich der Kerninhalt an einer Stelle

---

[1] L. c. S. 137.

[2] Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Mémoires couronnés de l'Académie royale. XXXIV. Brüssel, 1870, p. 202.

etwas abgehoben hat. Der Kerninhalt besteht aus dem Kernsaft, dem Kerngerüste und dem Kernkörperchen. Das runde Kernkörperchen, das bei der Eizelle jüngsten Zustandes 1·8 μ gross ist, ist das einzige, was sich vom Kerninhalte färbt. Über den Kernsaft kann daher nur sehr wenig ausgesagt werden; nicht mehr als das, dass seine Menge nicht bedeutend sein kann, da Kerngerüste und Kernkörperchen fast den ganzen Inhalt des Raumes erfüllen; er findet sich in den Lücken des Kernnetzes und in der haarförmig fein erscheinenden Spalte zwischen Oberfläche des Kernnetzes und der Kernmembran vor. Das Kernnetz tritt in Gestalt eines dichten Netzes auf, das sich erst nach viele Stunden andauernder Behandlung mit Boraxcarmin tief braun, mit Hämatoxylin schwarz färbt. Wirkte Boraxcarmin nur einige Stunden, so ist es ungefärbt, wie es auch ungefärbt bleibt, wenn das Object nur mit Weingeist behandelt wurde. Mehr, als dass ein Netzwerk mit eingestreuten kleineren Punkten vorhanden ist, welche nichts anderes als die Kreuzungsstellen des Fadenwerkes sind, konnte nicht ermittelt werden.

Ungemein deutlich, scharf und auch leicht ist das 1·8 μ grosse, glänzende, rundliche, sich intensiv mit dem Farbmittel verbindende Kernkörperchen zu sehen. Mit Boraxcarmin färbt es sich tief braunroth oder nur dunkelroth. Da das Kernkörperchen so auffallend verschieden vom Kernnetze und Kernsafte hinsichtlich des Verhaltens zur Farbe sich zeigt, so muss es wohl aus einem anderen Stoffe bestehen als jene. Auch bei Salamandra, Rana und Lacerta fand ich das Kernkörperchen immer sich verschieden halten von den anderen Theilen des Kernes. Die Lagerung im Kerne scheint eine regelmässige zu sein; innerhalb des Kernnetzes liegend, ist es stets in der Nähe der Oberfläche zu finden und meist fand ich es immer dem einen Pol des Kernes genähert. Es liegt in einer Lücke des Netzwerkes und scheint daselbst festgeheftet zu sein, ob durch den geronnenen Kernsaft, oder dadurch, dass von seiner Oberfläche feinste Fäden zum Kernnetze treten, dies alles muss dahingestellt bleiben; für letzteres aber würde sprechen, dass das Kernkörperchen einige Male nicht kreisrund, sondern eckig angetroffen wurde. Der glänzende Hof, der es umgibt, ist sicherlich nichts anderes als eine Reflexerscheinung, „bedingt durch die gerundete Fläche

und stärkere Lichtbrechung", wie Flemming[1] angibt. Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass ich das Kernkörperchen immer in der Einzahl antraf.

Hiemit ist der Befund von Eizellen jüngsten Zustandes gegeben. Ich glaube, dass es gestattet ist, von Besprechungen über die verschiedenen, oft sich widersprechenden Angaben in der Literatur, welche den eben besprochenen Zustand der Eizelle betreffen, Umgang zu nehmen; ich erlaube mir auch gleichzeitig an dieser Stelle darauf aufmerksam zu machen, dass ich im weiteren Verlaufe der Abhandlung die Literaturangaben sehr kurz berücksichtigen werde, einerseits deswegen, weil in den meisten Arbeiten, die sich mit dem Eierstocke beschäftigen, die Literatur sehr eingehend behandelt wird, man also nur auf die eine oder andere zurückzugreifen braucht, andererseits aber aus dem Grunde, weil eine nur etwas eingehendere Berücksichtigung der Literatur den Umfang dieser Abhandlung wohl auf das drei-, mindestens aber zweifache vergrössern würde, was doch nicht wohl angeht.

Im Vorhergehenden wurde der Befund der Eizelle jüngsten Zustandes mitgetheilt und es sollen nun die Veränderungen, die sie weiter eingeht, einer Besprechung unterzogen werden; diese bestehen einerseits darin, dass sie an ihr selbst verschiedene Erscheinungen darbietet, andererseits, dass sie mit einer Membran umgeben und von einem Follikel eingeschlossen wird, welch letzterer im Laufe der Entwickelung wieder verschiedene Eigenthümlichkeiten aufweist.

B. Bildung der Tunica adventitia und des Follikels.

Die Eizelle, in dem Zustande, wie sie vorher beschrieben, entbehrt einer umhüllenden Membran; mit Ausnahme weniger stimmen darin fast alle Autoren überein. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass die Bildung dieser Membran nicht von der Eizelle, sondern von dem Stroma des Eierstockes erfolgt. Es hat also gleich im Vorhinein der Name Dotterhaut zu entfallen und es wird für sie der Name Tunica adventitia gebraucht

[1] Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig, 1882. S. 152.

werden, welch letzterer bereits von Kölliker[1] anstatt der Dotterhaut angewendet wird.

Schon früher wurde angegeben, dass der Eizellhaufen an das Stroma ovarii angrenzt. Fortsätze des Bindegewebsgerüstes mit ihren Spindelzellen wachsen zwischen die nackten Eizellen hinein, welche sie immer mehr und mehr umklammern, so dass endlich die Zelle in einer feinen Kapsel liegt, welche vollkommen bindegewebigen Ursprunges ist, und die die Tunica adventitia darstellt. Mittelst dieses Durchwachsungsvorganges werden immer mehr und mehr Eizellen vom Eineste losgelöst und die erst losgelösten Eier haben dementsprechend eine tiefere Lage im Eierstocke und ihre Entwickelung (wie auch die Bildung des Follikels) wird bei diesen weiter fortgeschritten sein, als bei denen, wo der Umwachsungsprocess eben vollendet oder gerade begonnen. Es muss aber bemerkt werden, dass man hinreichend Gelegenheit hat, nahe an der Oberfläche Eier mit schon vollkommen entwickelten Follikeln versehen zu finden, während etwas tiefer noch unvollkommenere Zustände angetroffen werden; dies hängt damit zusammen, dass Eier gleich, selbst wenn sie noch im Keimepithel liegen, von dem wachsenden Stroma umgriffen und eingehüllt werden; oder in der obersten Gegend des Eizellhaufens wächst von der Seite Stroma hinein, früher und rascher als unten; auf diese Weise entstehen die verschiedensten Bilder; liegen vom Stroma umgegriffene Eizellen übereinander, so macht es den Eindruck, als hätten sie sich von einem vorhanden gewesenen Schlauch nach und nach abgeschnürt. Wie zum Theile hinlänglich bekannt und auch von vielen Autoren angenommen wird, wachsen die Eizellen nicht activ in das Innere des Eierstockes hinein, sondern das Stroma ovarii umwächst sie und auf Grund des Wachsthums des Stroma ovarii beruht zum Theile das Wachsthum des ganzen Eierstockes; die Epithellage zeigt kein Dicken-, sondern nur ein Flächenwachsthum und, wie schon hervorgehoben, beruht das Grösserwerden des Eierstockes auf dem Wachsthum des Stromas (mit seinen Gefässen etc.). Die Bildung von Kapseln kann auch im Eizellhaufen stattfinden; es ist dies aber nicht

[1] Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Auflage. Leipzig 1884. S. 15.

sehr häufig; dies geschieht dann, wenn die bindegewebigen Fortsätze mit ihren Spindelzellen weit in das Innere des Haufens hineinwachsen, wo sie dann Ausläufer treiben, die sich zwischen die Eizellen eindrängen.

Ist eine Eizelle vom Haufen losgelöst, so wird sie von ihren früheren Nachbarinnen immer mehr und mehr getrennt, dadurch, dass das Bindegewebe mit den Spindelzellen zwischen sie hineinwächst und es kommt nun dahin, dass die Zelle in der ihr eng anliegenden, vom Anfang an gebildeten Kapsel liegt, um welche herum weiteres Stroma mit den Spindelzellen sich befindet. Es kann sein, dass zwischen zwei Eier, die schon in ihrer Kapsel liegen, sehr wenig Bindegewebe wächst, sondern um beide herum sich das Stroma weiter entwickelt; dann hat man es mit sehr nahe bei einander liegenden Eiern zu thun, die auf den ersten Anblick den Eindruck eines Zwillingseies machen, was aber nicht der Fall ist. Bleiben zwei nur von ihrer bindegewebigen Kapsel umhüllte Eier neben einander liegen und werden beide Kapseln (ohne dass sich zwischen sie Stroma drängt) von denselben gemeinsam umhüllt, so hat man Recht, von Zwillingseiern zu sprechen. Drillingseier sind gar nicht selten zu beobachten; ich fand auch Vierlings- und Fünflingseier.

Die um die nackte Eizelle entstandene Eikapsel (Abbildung 1), hervorgegangen aus dem Stroma ovarii, stellt die Tunica adventitia dar. Die Bildung dieser Eikapsel ist an mit Flemming's Gemisch behandelten Eierstöcken ausgekrochener Hühnchen sehr leicht zu verfolgen. Foulis,[1] der das ganz gleiche Verhalten des Stroma zu den Eizellen bei den Kätzchen annimmt, gibt auf Taf. XX, XXI und XXII Abbildungen, welche der Bildung der Kapseln beim Huhne, wie ich sie beobachtet, ganz entsprechen. Ja auch in den meisten Abbildungen der Autoren, die sich mit der Anatomie des Eierstockes der Säuger beschäftigen, ist die Bildung oder schon der fertige Zustand dieser Kapsel, wie er beim Huhne zu sehen ist, wahrzunehmen, und ich erlaube mir

---

[1] The developpment of the ova, and the structure of the ovary in man and other mammalia; whith special reference to the origin and development of the follicular epithelial cells. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XIII. London u. Cambridge 1879. S. 353.

auf diese Abbildungen zu verweisen. Am besten ist die Entwickelung dieser Kapsel, beziehungsweise Tunica adventitia, bei Foulis wiedergegeben und es könnte ganz gut seine Beschreibung, die für den Eierstock des Kätzchens gilt, auch für den des Hühnchens gelten. Es sei gestattet, auf seine zahlreichen Bilder der Entwickelung seiner „nucleated capsule“ zu verweisen.

Die Beschreibung des Aussehens dieser Kapsel ist sehr leicht zu geben. An Durchschnitten durch den Eierstock des ausgekrochenen Hühnchens sieht man, wie mit kleinen spindelförmigen Kernen versehene feinste Ausläufer des Stroma die Eizelle umwachsen, oder schon umwachsen haben, indem ihre freien Enden zur Verwachsung gekommen sind. Sehr häufig findet man, dass von einer Faser des Stromas, die z. B. an der unteren (inneren) Seite des Eizellhaufens vorbeizieht, ein feinster Ausläufer, der mit einem oder zwei spindelförmigen Kernen versehen ist, abgegeben wird, der sich gabelig theilt und mit seinen Schenkeln die Eizelle von zwei Seiten umwächst, oder einfach gesagt, umklammert; die freien Enden der Schenkel nähern sich immer mehr und es kommt zu einer Verlöthung; so liegt nun die Eizelle in einer bindegewebigen, ringförmigen Faser, welche letztere mit dem Ovarialstroma noch innig in Verbindung ist. Niemals sah ich, dass der Ring von einer doppelten oder mehrfachen Faser gebildet wird; daher auf den Durchschnitten zu sehen ist, dass die vorher nackte Eizelle jetzt von einem einfachen (dunklen) Rande umgeben ist; die ringförmige, einfache Faser liegt dem Zellleibe innig an, die Tunica adventitia darstellend (Abbildung 1). Wie schon bemerkt, ist der Zusammenhang derselben mit den Fasern des Stroma immer nachzuweisen. Diese Tunica adventitia besitzt, entsprechend ihrer Abstammung, eingelagerte spindelförmige Kerne, einer oder zwei sind meist zu sehen; dieselben zeigen dieselben Eigenschaften, wie die Kerne der andern Fasern des Stroma; sie schmiegen sich mit ihrer Längsachse innig der Oberfläche des Leibes der Eizelle an. Es mag an dieser Stelle gleich erwähnt werden, dass im Laufe der weiteren Entwickelung die Kerne immer kleiner (Abbildung 1) werden und endlich ganz schwinden, so dass nun die Eikapsel nur als eine dem Ei eng anliegende, gleichmässig verlaufende Linie (beziehungsweise Faser) erscheint, deren Natur als eine Faser des Stroma ovarii, ohne

ihre Entwickelung zu beachten, gar nicht nachgewiesen werden könnte; aber in vielen Fällen hängt die eine Tunica adventitia gewordene Faser noch in diesem Stadium mit den Fasern des benachbarten Stroma zusammen. Ausser einem mit der Vergrösserung der Eizelle einhergehenden Wachsthum findet nun keine weitere Veränderung der Tunica adventitia statt; zwischen ihr und der Eizelle und auch unmittelbar nach aussen entwickelt sich keine Membrane mehr; nach aussen von ihr kommt es zur Bildung des sogenannten Follikelepithels.

Durch das wachsende Stroma und durch den Umwachsungs- und Durchwachsungsvorgang (Waldeyer) ist es dahin gekommen, dass die Eizelle vom Eineste weggedrängt, im Stroma ovarii liegt. Allseitig um sie herum liegen die feinsten Fasern des Stroma mit ihren spindelförmigen Kernen; sehr bald lagern sich die der Tunica adventitia zunächst liegenden Kerne in der Weise, dass sie einen Mantel um sie bilden. Derselbe besteht aus einer Reihe von Zellen, welche noch, wenn der Ausdruck gestattet ist, unordentlich lagern, so dass an manchen Stellen die Zellen übereinander liegen und es den Eindruck macht, als käme es zur Bildung einer doppelten Reihe von Zellen. Dieser Zustand dauert nicht lange, denn bald lagern sie in einem ziemlich regelmässigen Kranze um die mit der Tunica versehene Eizelle; an manchen Stellen sind in diesem Zellkranze, der nichts anderes als das Follikelepithel ist, Zellen eingeschoben, die an Ausläufern der Tunica adventitia hängen und auf der anderen Seite wieder mit den Fasern des umgebenden Stromas in Verbindung sind; diese Zellen heben sich durch ihr mehr dunkleres Aussehen von den übrigen ab. Hat sich das Follikelepithel gebildet, so wachsen um die äussere Seite desselben herum stärkere Stromafasern mit platten Spindelkernen, so dass jetzt Eizelle und Follikelepithel von einer gemeinsamen Hülle umgeben werden, welche nichts anderes ist als die Membrana propria folliculi (Waldeyer). Um diese herum stellen sich nun massenhaft Züge des Stromagewebes in concentrischer Weise, die weitere Wand des Follikels später bildend. Es wurde früher erwähnt, dass die Tunica adventitia an manchen Stellen Fortsätze entsendet, die Zellen tragen, die sich zwischen die kranzartig angeordneten Zellen des Stroma einschieben und mit dem Stroma weiterhin zusammenhängen.

Der Zusammenhang nach aussen findet sich an der Membrana propria folliculi; so gibt es also unter dem Follikelepithele Zellen, die einen Zusammenhang der Tunica adventitia und Membrana propria erzeugen, die aber gleichwohl einen Theil des Follikelepithels darstellen. Sie sind dunkler als die andern Follikelzellen und scheinen ihren Kern bald zu verlieren. Ich sehe dieselben als Stützzellen an, im Gegensatze zu den anderen Zellen, die gewiss einen Zusammenhang mit der Ernährung der Eizelle haben und deshalb Nährzellen genannt werden mögen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Tunica adventitia, das Follikelepithel und die Membrana propria aus dem Stroma ovarii entstehen. Die gleiche Bildung der Tunica adventitia, und gleichen Ursprung des Follikelepithels finde ich auch im Eierstocke der Hündin und des Menschen. Das Follikelepithel erhält durch die Form der Zellen und ihr Nebeneinanderstehen in einer Reihe ein epithelartiges Aussehen, ist aber keineswegs als Epithel hinzustellen, was seine Abkunft lehrt. Die heute geltende Meinung aber ist wohl die, dass es epithelialer Abkunft ist; geht man aber die Literatur durch, so wird man bald gewahr, dass nicht einer der Autoren, die für die epitheliale Abkunft eintreten, im Stande ist, dementsprechend auch überzeugende Bilder zu verschaffen. W. Harz [1] sagt am Schlusse seiner Untersuchungen über das Ovarium der Säugethiere: „Die Bildung der membrana granulosa der Follikel anlangend, hebe ich hervor, dass die Zellen derselben weder von den Epithelien der Segmentalschläuche herzuleiten sind, noch auch in dem Sinne direct von dem Keimepithel stammen können, dass gleichzeitig mit den Ureiern kleinere Zellen dieses Epithels einwanderten. Denn in zahlreichen Fällen gebricht es den eingewanderten Ureiern, ja den Eiballen, vollständig an solcher Begleitung". Da nun weder das eine noch das andere für die Bildung der Membrana granulosa herbeigezogen werden kann, so gelangt Harz zu folgendem Ausspruche: „So bleibt wohl nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die Zellen der Membrana granulosa innerhalb des Stromas von den Ureiern gebildet werden. Der Bildungs-

[1] Beiträge zur Histologie des Ovariums der Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. XXII. S. 374.

modus aber ist noch zu ermitteln". Nach den Befunden an meinen Objecten kann von einer Abstammung der Membrana granulosa von Ureiern keine Rede sein und es wird wohl dahin kommen, dass eine alte Anschauung, dass die Membrana granulosa bindegewebigen Ursprunges ist, Anerkennung findet. Dem Vorgebrachten zu Folge wäre es besser, den Namen Follikelepithel fallen zu lassen und den, wenn auch nicht sehr passenden Namen Membrana granulosa zu gebrauchen, da derselbe über die Natur der sie aufbauenden Zellen doch nichts aussagt.

Am Schlusse dieses Absatzes möge mit wenigen Worten die Frage der Theilung der Eizellen berührt werden. Ist die Eizelle von der Tunica adventitia umgeben worden, so findet bestimmt keine Theilung des Eies mehr statt. Theilungsfiguren an noch nackten Eizellen konnten an den Eierstöcken (vom Zustande des Ausgekrochenseins des Hühnchens an), die ich untersuchte, nicht beobachtet werden. Einmal fand ich aber eine Zelle, um die gerade die Bildung der Tunica adventitia stattfand, mit zwei vollkommen gleich entwickelten und gleich grossen Kernen; jeder Kern zeigte ein deutliches Kernnetz und je ein Kernkörperchen; von einer Einschnürung des gemeinsamen Protoplasmaleibes war nichts zu sehen. Sohin kam es durch die Tunica zur Umschliessung einer Zelle mit zwei Kernen. Entsprechend diesem Befunde fand ich an einem grossen Follikel ein Ei mit zwei gleichmässig wohl entwickelten Keimscheiben, die ziemlich nahe aneinander gelagert waren. Flemming [1] fand in den Eierstöcken von „Siredon und Salamandra (nicht Larven der letzteren, sondern junge und ältere Weibchen) sehr zahlreiche karyokinetische Theilungen bei jungen Eiern; durch Wiebe wurden solche auch bei Batrachiern gefunden .... An Eiern in erheblich grösseren Follikeln (als die er abbildet) fand ich keine Theilungen mehr."

Bei Zwillings-, Drillings-, Vierlings-, ja Fünflingseiern, die beobachtet werden, findet sich immer innerhalb des gemeinsamen Follikels jedes Ei von seiner eigenen Tunica adventitia umgeben, welche an der Berührungsfläche enge aneinander liegen. Die Eier können gleiche Grösse zeigen, meist aber ist das eine grösser als das andere; besonders bei Drillings-, Vierlingseiern

[1] L. c. S. 252.

u. s. w. sind nur ein oder zwei Eier besonders gross, die anderen sehr klein; der Kern zeigt aber meist bei allen den gleichen Entwicklungszustand. In älteren Ovarien werden Zwillingseier oft, Drillingseier u. s. w. seltener angetroffen; wahrscheinlich gehen letztere grösstentheils zu Grunde. Obwohl bei ungleich grossen Zwillingseiern, so viel als beobachtet werden konnte, die Entwickelung der Kerne eine gleiche ist, so dürfte die ungleiche Grösse (Menge des Nahrungsdotters) auf die spätere Entwickelung doch Einfluss haben, und es wäre die ungleiche Grösse von Zwillingen schon durch die Grösse der Eizellen bedingt. Zwillingseier (Eier mit zwei Kernen), die aber eine gemeinsame Tunica adventitia haben, können gleich grosse Individuen heranbilden, indem der Nahrungsdotter ein gemeinsamer ist.

C. Reifeerscheinungen.

1. Veränderungen an der Eizelle.

a) Veränderungen am Kerne.

Die Grösse der nackten Eizellen wurde früher dahin angegeben, dass sie durchschnittlich einen Längsdurchmesser von 14 μ und einen Breitedurchmesser von 8—9 μ besitzen; der runde oder kurz ovale Kern misst meist 9 μ; das Kernkörperchen 1·8 μ.

Eine Eizelle mit 21·6 μ im Durchmesser (Abbildung 1), welche bereits von einer Tunica adventitia umgeben ist, zeigt den runden Kern 14·4 μ im Durchmesser; er lagert fast genau in der Mitte der Zelle und ist von ihrer Oberfläche 3·6 μ entfernt. Eine deutliche Kernmembran umgibt ihn; innerhalb derselben ist sehr deutlich das engmaschige Kernnetz, das von einer Stelle der Kernhaut abgehoben ist, zu sehen. Örtliche Verdickungen sind nichts anderes als Kreuzungsstellen der Fäden des Maschenwerkes. Innerhalb der Lücken desselben liegt der spärliche Kernsaft und in einer grösseren Lücke das 2·7 μ grosse, runde, von einem hellen Hofe umgebene, glänzende Kernkörperchen, das sich mit Boraxcarmin tief gefärbt hat; es ist durchscheinend bei hoher, dunkel bei tiefer Einstellung. Der Rand desselben ist von der Kernhaut 1·8 μ entfernt. Der Zellleib erscheint als eine gleichmässige oder sehr feinkörnige Masse.

Eine Eizelle mit 45 μ Durchmesser (Abbildung 2) [sie selbst an und für sich, wie alle späteren, ohne Follikelwandung gemessen] zeigt einen elliptischen Kern, der 25 μ lang ist, wieder fast in der Mitte der ebenfalls elliptischen Zelle liegen; die Längsachsen beider kreuzen sich ein wenig. Der Kerninhalt, bestehend aus Kernnetz, Kernkörperchen und Kernsaft, hat sich von der Kernhaut bis auf 2·7 μ abgehoben; den Raum erfüllt ein vollkommen gleichartiger Stoff, oder, wie ich oft sah, ein feinstes, ungefärbtes, fast durchsichtiges Netzwerk, das sowohl am Kerninhalt wie an der Kernhaut hängt. Der abgehobene Kerninhalt hat dieselbe Form wie die Kernmembran; er stellt einen ovalen, 19·8 μ langen Netzknäuel dar, an dessen Umfang in einer Lücke das ebenfalls gering ovale Kernkörperchen, 3·6 μ lang, 2·7 μ breit, sich befindet, während die übrigen Lücken denselben Stoff enthalten, welcher sich nach einwärts von der Kernhaut vorfindet. Die Fäden des Netzes zeigen das auffällige, dass sie aus aneinandergereihten Punkten (Kugeln oder Scheiben [?]) zusammengesetzt sind und das Ganze vielmehr den Eindruck eines einzigen, quergebauten, vielfach gewundenen Fadens, also eines Knäuels, als den eines Netzwerkes macht. Ob aber der Knäuel wirklich nur aus einem Faden besteht, konnte nicht ermittelt werden. Rabl [1] gibt an, dass er in ganz jungen Eiern von Proteus ein paarmal sehr lang gewundene Fäden gesehen hat, von ganz ähnlichem Bau, wie die Gerüstfäden in älteren Eiern. „Ja es schien mir sogar einmal, als ob ein einziger, continuirlicher, zusammenhängender Faden vorhanden wäre, ganz ähnlich, wie dies von Balbiani, Flemming und neuerdings auch von Leydig von den Kernen der Speicheldrüsen der Chironomuslarve beschrieben worden ist. In Ovarialzellen, die sich wohl später zu Eizellen entwickeln mögen, aber noch nicht Eier genannt werden dürfen, ist von einem Kernfaden noch nichts zu sehen. Vielmehr findet sich statt eines solchen ein Gerüst oder Netzwerk, ähnlich dem in jungen Hodenepithelien. Es scheint demnach, dass ein quergebauter Faden erst später, wenn das Ei zu wachsen beginnt, auftrete, derselbe aber bei weiterer Grössenzunahme wieder in einzelne Stücke zerfalle." Es scheinen also bei der Entwicklung der Eizelle des

[1] Über Zelltheilung. Morphol. Jahrb. 10. Bd. Leipzig 1885. S. 320.

Hühnchens ähnliche Verhältnisse, wie beim Proteus statt zu haben.

Bei einer 60 μ grossen Eizelle (Abbildung 3) ist der Kern fast kreisrund und hat sich der Oberfläche des Eies genähert, so dass er an dieser Stelle nur 4 μ entfernt ist. Er besitzt einen Durchmesser von 24 μ. Der Kerninhalt hat sich auf 2 μ abgehoben. Den Raum nimmt hie und da eine äusserst feine, noch eben sichtbare, ungefärbte, netzartige Masse ein, die in Fetzen entweder an dem Kerninhalt oder an der Kernhaut hängt. Der Kerninhalt ist kreisrund, 21 μ Durchmesser; er besteht aus dem geronnenen Kernsafte, der in seiner Mitte den Fadenknäuel sammt Kernkörperchen aufweist. Der Kernsaft erscheint als ein sehr feiner, netzartiger, dichter, schwach gefärbter Stoff, der mit feinen Punkten versehen ist. Der Fadenknäuel bildet einen runden Körper mit 15·2 μ Durchmesser, der in der Mitte des auf dem Schnitte als Scheibe erscheinenden Kernsaftes lagert; er wird von einem (?) verschlungenen quergebauten Faden gebildet. Der Querbau des Fadens (der Fäden ?) ist aber nicht so deutlich als bei dem vorher beschriebenen Kern. Der auffallende Unterschied gegen diesen ist aber, dass er rund ist und nahe der Oberfläche des Eies lagert. Der Kernsaft, der auf dem Durchschnitte als eine Scheibe erscheint, trägt den von der Kernhaut weit entfernten Chromatinkörper. Hinsichtlich der Grösse beider Kerne lässt sich wegen der verschiedenen Form schwer ein Vergleich anstellen. Berechnet man den Flächeninhalt des elliptischen und runden Kernes der 45 μ und 60 μ grossen Eizelle, so ergibt sich, dass erstere 453 μ, letzterer 482 μ beträgt. Der Flächeninhalt der chromatischen Substanz ist bei dem ovalen Kerne grösser (211 μ), als bei dem runden (181 μ).

Eine etwas grössere Eizelle mit 73 μ Durchmesser (Abbildung 4), hat den Kern mehr in der Mitte gelagert; er ist rund, mit 32·4 μ Durchmesser. Der Kerninhalt (25·2 μ Durchmesser) hat sich auf 3·6 μ von der Kernhaut zurückgezogen; der locker gewordene chromatische Fadenknäuel ist rund (17·1 μ Durchmesser) und besteht aus deutlich quergebauten Fäden; er liegt in der Mitte des immer deutlicher werdenden Kernsaftes, der aus einer sehr dichten Masse besteht, die mit feinsten Punkten versehen ist. Vom Kernkörperchen ist nichts wahrzunehmen.

Eine Eizelle mit 116 μ Durchmesser weist ganz auffällige Veränderungen auf. Der Kern (Abbildung 5) ist 4 μ von der Oberfläche der Zelle entfernt und hat einen Durchmesser von 58·7 μ. Der Kerninhalt misst 30·1 μ im Durchmesser und ist wieder von der Kernhaut abstehend; im entstandenen Raume liegt die schon mehrmals erwähnte feinste, netzartige Masse. Der Fadenknäuel, 21·5 μ im Durchmesser, ist sehr locker geworden und es ist die Frage, ob man noch ein Recht hat, von einem solchen zu sprechen. Die Fäden zeigen ganz deutlichen Querbau; die einzelnen Querstücke, die durch eine achromatische Substanz zusammenzuhängen scheinen, entsenden in die Umgebung feinste Ausläufer. Geschlungene Fadenstücke liegen mehr im Innern, während sie aussen im Kreise liegen. Die Fäden sind stärker gefärbt als die fein punktirt erscheinende Masse, in der sie liegen.

Im weiteren Verlaufe der Reifung nimmt der Kern (Abbildung 6) weiter an Grösse zu und sein Durchmesser beträgt an einer 292 μ grossen Eizelle 81·6 μ. Der Kerninhalt ist bis auf die feine, ungefärbte, netzartige Masse von der buckeligen Kernmembran zurückgezogen und weist einen Durchmesser von 60·1 μ auf. Die chromatische Substanz, die ein Kreisfeld einnimmt, zeigt einen Durchmesser von 43·8 μ. Ein Fadenknäuel ist verschwunden und man sieht (bei mit Flemming's Gemisch behandelten Präparaten) die lichtbraun gefärbte, punktirte Grundmasse (Kernsaft) von dunkelgefärbten, das Licht stark brechenden „Gerüststrängen" (Flemming) durchsetzt, die zum Theil mit bogenförmigen Abschnitten den Umfang bilden, zum Theil im Innern in verschiedener gebogener Weise verlaufen. Der Aufbau aus einzelnen mit einander durch Achromatin verbundenen Stücken ist sehr deutlich, wie auch, dass dieselben Strahlen in den fein punktirt und dunkler gewordenen Kernsaft entsenden. Die Strahlen sind verschieden lang, rauh und verlieren sich immer feiner werdend. Sternförmige Stellen von chromatischer Substanz mit einer centralen Verdickung sind nichts anderes als im Schnitte quer getroffene Stränge. Das Kernkörperchen liegt an dem Umfang der chromatischen Substanz, von einem hellen Hofe umgeben; Verbindungen mit den Gerüststrängen konnten nicht gefunden werden. Da in den zuletzt beschriebenen Kernen das Kernkörperchen fehlte und jetzt wieder vorhanden,

so scheint das frühere Absein desselben wohl auf einem Beobachtungsfehler zu beruhen.

Eine 491 μ im Durchmesser grosse Eizelle weist einen Kern (Abbildung 7) von 117 μ Durchmesser auf. Der Kerninhalt liegt der buckeligen Kernmembran innig an; er ist reich mit feinsten Körnern versehen, welche die gleiche Farbe haben, wie die ihn in den verschiedensten Richtungen durchsetzenden (braunen) Gerüststränge. Dieselben zeigen sich noch immer mehr weniger in dem inneren Antheile des Kernsaftes und nehmen beiläufig eine Kreisfläche von 71 μ Durchmesser ein; die chromatische Substanz hat also im Vergleiche zu früher fast um ein Drittel an Ausdehnung zugenommen. Die Gerüststränge, die in verschiedenster Weise geschlungen sind, zeigen, mit Immersion betrachtet, sehr deutlich ihre Zusammensetzung aus Querstücken, welche oft sehr lange Strahlen in den Kernsaft entsenden; dies ist sehr klar an den im Schnitte quergetroffenen Strängen zu ersehen. Die Strahlen aber sind wieder aus Querstücken aufgebaut, welche in der Nähe des Abganges der Strahlen gröber, an den anderen Enden feiner sind; an dem freien Ende verlieren sie sich in den punktirten Kernsaft, so dass die eigentlichen Enden der Strahlen von den feinsten Punkten des Kernsaftes kaum mehr zu unterscheiden sind und es schwierig ist, das eigentliche Ende der Strahlen zu entdecken. Da die feinen Körner des Kernsaftes dieselbe Färbung, Aussehen, Lichtbrechungsvermögen wie die einzelnen Querstücke der Strahlen zeigen und diese mit ihren Enden von dem gekörnten Kernsaft kaum abzugrenzen sind, so dürfte die Annahme richtig sein, dass eine Vertheilung der chromatischen Substanz in der Form von feinsten Körnern in dem Kernsafte im Wege des Zerfalles der quergebauten Strahlen der Gerüststränge stattfindet, und die feinen Körner im Kernsafte sind eben nichts anderes als die Theilstücke der zerfallenen Strahlen. Diese Annahme findet weiter darin eine Stütze, dass in dem weiteren Verlaufe der Reifung des Kernes es dahin kommt, dass die Zahl der Gerüststränge immer spärlicher, die Zahl der im Kernsafte vorhandenen Körner immer grösser wird; je reichlicher die Körnelung wird, umsomehr wird die Färbung des Kernsaftes, bedingt durch die

eingelagerten Körner, deutlicher und gleichmässiger. Es ist wahrscheinlich, dass die von den Strahlen losgelösten und im Kernsafte vertheilten Körner noch immer durch feinste, achromatische Brücken im Zusammenhange sind und vielleicht auch bleiben. Das Kernkörperchen anlangend, so ist es zweifelhaft, ob dasselbe in diesem Entwickelungszustande des Kernes noch vorhanden ist. Der Kern zeigt aber, wie die Abbildung 7 lehrt, ganz in der Nähe seines Umfanges einen dunklen, runden, mit Andeutungen von Strahlen versehenen Fleck, der eben wegen seiner Lage als Kernkörperchen gedeutet werden könnte; andererseits machte diese Stelle aber wieder den Eindruck eines quergetroffenen Gerüststranges, wobei es aber eigenthümlich ist, dass, wenn diese Stelle einem solchen entspricht, er der einzige ist, der so nahe der Oberfläche des Kernes seine Lagerung hat. Ist diese Stelle als Kernkörperchen zu deuten, so würde das Bild lehren, dass eine Auflösung der Kernkörperchen nach Art der Strahlen der Gerüststränge stattfindet, und in der That, in den weiteren Zuständen des Kernes ist von ihm keine Spur mehr zu entdecken. Demnach würde es auch zu einer Vertheilung des Stoffes, aus dem das Kernkörperchen besteht, in den Kernsaft kommen. Die Form des Kernes wurde früher als eine runde beschrieben; man hat aber Gelegenheit, die verschiedensten Formen zu betrachten, welche gewiss bedingt sind durch die Fixirungs- und Härtungsmittel; eine nicht seltene Form ist die, wo der Kern die Form eines Haifischeies annimmt. Zu den Formveränderungen des Kernes sind auch jene zu rechnen, wo die Kernhaut den Kerninhalt mit einer welligen Linie begrenzt. Diese Aus- und Einbuchtungen beobachtete auch Schultze[1] an Amphibieneiern, der auch angibt, dass sie von C. Vogt[2], Götte[3] und Will[4] beobachtet wurden. Auch

---

[1] Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. 45. Bd. Leipzig 1887. S. 184.

[2] Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 1842. S. 3 und 4.

[3] Entwicklungsgeschichte der Unke. S. 17.

[4] Über die Entstehung des Dotters. Zoolog. Anzeiger. 1884, Nr. 167.

Gegenbaur[1] erwähnt solcher Bildungen von Keimbläschen am Kaiman und des Cypimus auratus. In Folge seiner Untersuchungen über dieses Verhalten der Kernhaut sagt O. Schultze:[2] „Sonach muss ich mit Brass die „Pseudopodien" als natürliches Vorkommniss hervorheben und es treffen die Worte Hertwig's, dass diese Bildungen durch Schrumpfung in Folge der Einwirkung der erhärtenden Reagentien entstehen, nicht zu." Was die Kernhaut des Keimbläschens der Vögel anlangt, so muss ausgesagt werden, dass sie in tadellosen Präparaten meist schön rund erscheint, und wenn die Ein- und Ausbuchtungen etwas regelmässiges wären, so würden sie wohl immer vorhanden sein. Nach meinen Befunden muss ich mich der Ansicht Hertwig's anschliessen und diese Bildungen für Kunsterzeugnisse erklären. Nebenbei mag erwähnt werden, dass ich auch an Eiern von Rana, Salamandra, welche keine Wintereier waren, vollkommen runde Kerne beobachten konnte; ebenso an den Eiern von Lacerta agilis und Hund und Mensch.

Im weiteren Verlaufe der Entwickelung des Eies nähert sich der Kern immer mehr der Oberfläche desselben und nimmt die Form einer planconvexen Linse an. An einer 620 μ langen, breiten Eizelle zeigt uns der 129 μ lange und 51 μ hohe Kern (Abbildung 8) diese Form, und seine Kernmembran die sogenannten „Pseudopodien". Gegen den zuletzt beschriebenen Zustand zeigt der Kerninhalt bedeutende Veränderungen. Die Gerüststränge sind verschwunden, dafür aber der Kerninhalt vollständig mit den chromatischen Körnern durchsetzt. Wenn gesagt wurde, die Gerüststränge seien geschwunden, so ist dies mit einer geringen Einschränkung hinzunehmen, denn in Form einer unterbrochenen elliptischen Linie sind noch geringe Reste der Gerüststränge vorhanden. Entsprechend der Abplattung des früheren kreisförmigen Kernes wurde die Grenzlinie des chromatischen Bildes, die früher auch kreisförmig war, elliptisch, denn wenn man sich die noch vorhandenen Reste der Gerüststränge zu einer Linie ergänzt, so erhält man eine Ellipse. Innerhalb dieser elliptischen Linie sieht man auch noch Reste

[1] L. c. S. 520 und 521.

[2] L. c. S. 185.

der Gerüststränge in der Richtung der kurzen Achse ziehen. In manchen Kernen fand ich diese Reste von Gerüststrängen sehr zahlreich vorhanden und immer eine auf die Längsachse des Kernes senkrechte Lage einnehmen.

Eine 30 *mm* grosse Eizelle hat den Kern (Abbildung 9) ganz an der Oberfläche gelagert; nur durch eine sehr schmale, gestrichelte Zone ist er von der Tunica adventitia noch geschieden. An dieser Stelle mag erwähnt werden, dass die Zellen der Membrana granulosa, die über der Lagerungsstätte des Kernes vorhanden sind, von den übrigen durch die bedeutende Helligkeit sich auszeichnen; auch dringen regelmässig Blutgefässe an dieser Stelle durch die Follikelwand bis fast an diese Zellage vor, dann in Schlingen umbiegend. Die schmale Zone, die die Kernoberfläche von der Tunica adventitia trennt, besteht aus derselben feinst gestrichelten Masse, wie sie sich allüberall nach einwärts von ihr vorfindet; nur ist die Masse hier viel niedriger. Der Kern stellt eine planconvexe Linse dar, welche aber an ihrer gewölbten Seite einen Eindruck erhalten hat, in welchen grosse Dotterkerne von unten her in Form eines Zapfens hineinragen. Die Kernhaut zeigt „Pseudopodien“, welche aber an anderen Präparaten vollständig vermisst werden. Das Wachsthum des Kernes ist bedeutend vorgeschritten, er hat eine Länge von 351 μ und eine Höhe von 58 μ. Der Kerninhalt ist fein gekörnt, an manchen Stellen so fein, dass sie fast homogen erscheinen. Senkrecht auf die Längsachse des Kernes sieht man Körner reihenweise stehen.

Die letzte Form der Kernveränderung, die beobachtet werden konnte, und womit die Untersuchungen leider zum Abbruche kommen, zeigt eine 40 *mm* lange und 35 *mm* breite Eizelle; dieselbe ist so gross, wie in vielen Fällen der Dotter des gelegten Eies. Es kann der Vermuthung Raum gegeben werden, dass der Follikel, umsomehr da seine Wandung schon sehr dünn war, sich unmittelbar vor dem Zustande des Platzens sich befand. Man hat es im vorliegenden Falle mit einer nahezu völlig reifen Eizelle zu thun.

Der Kern (Abbildung 10), 315 μ lang und 117 μ hoch, ist mit seiner flachen Seite vollständig an die Oberfläche gerückt. Die Kernhaut scheint an manchen Stellen kaum oder gar nicht

nachweisbar; so ist das letztere an seiner flachen Seite in der ganzen Ausdehnung der Fall, denn es ist nicht anzunehmen, dass sie sich mit der Tunica adventitia vereinigt hat und so nicht mehr zu erkennen ist; an seiner gewölbten Seite ist es schwer, sich mit Bestimmtheit über sie auszusprechen; denn die Grenze zwischen Oberfläche des Kernes und den angrenzenden, in eine Reihe gestellten feinsten Dotterkörnern erzeugt stellenweise den Eindruck einer dunklen Linie, welche den Durchschnitt einer Kernhaut vortäuschen kann; von manchen Stellen kann aber bestimmt ausgesagt werden, dass keine Kernhaut existirt. Wie dem immer auch sei, so ergibt sich, dass wenn auch die Kernhaut nicht ganz geschwunden, sie doch ihrem vollen Verschwinden nahe ist. Das Schwinden der Kernhaut ist genug oft beobachtet worden und es steht auch in Übereinstimmung mit dem, dass sie ursprünglich deutlich einen doppelten Rand zeigte, welcher im Laufe der Entwickelung des Kernes verloren gegangen ist, indem sie immer feiner wird.

Der Kerninhalt erscheint wie eine homogene Masse, nur mit den stärksten Vergrösserungen lassen sich eben noch feinste Punkte nachweisen; die feinsten Chromatinkörner sind noch feiner geworden. Von einem Kernkörperchen ist nichts nachzuweisen. Eine auffallende Bildung liegt in der einen Ecke des Kerninhaltes; dort, wo die gewölbte Seite unter fast rechtem Winkel in die flache übergeht, liegt noch im Bereiche der Wölbung ein System von sechs das Licht stark brechenden, glänzenden, braungefärbten (Flemming-Behandlung, Boraxcarmin) Stäbchen. Sie machen einen rundlichen Eindruck und stossen mit den einen Enden ganz an die Kernoberfläche; daselbst macht es den Eindruck (mit Immersion betrachtet), als bestünde noch eine Kernhaut und werde dieselbe an der Berührungsstelle der Stäbchen von ihnen etwas einwärts gezogen; das andere Ende je eines Stäbchens ragt frei in den Kerninhalt hinein und ist mit einer knopfförmigen Verdickung versehen; bei einem Stäbchen hatte es den Anschein, als besässe es an der Stelle, wo es die Kernoberfläche erreicht, auch eine Anschwellung. Die Stäbchen sind ungleich lang; der längste ist nicht ganz 7·2 μ lang, der kürzeste halb so lang; die anderen weisen eine zwischen beiden Grenzen liegende Länge auf. Die Dicke nicht genau messbar; ein Theilstrich des Messoculars kann es bedecken; bei-

läufig dürften sie eine Dicke von 0·08 bis 0·1 μ besitzen. Die ungleiche Länge der Stäbchen ruft den Gedanken hervor, als wären die kürzeren ebenso lang gewesen, als das längste; indem sie aber aus dem Kerne herausrückten, so musste ihre Länge abnehmen; es konnte aber ausserhalb der Kernoberfläche von einem Stäbchen nichts wahrgenommen werden. Die Möglichkeit, dass sie mit einem Theile herausgetreten und dieser aufgelöst wurde oder innerhalb der Dotterkugeln nicht mehr sichtbar ist, ist nicht wegzuweisen. Das Aussehen der Stäbchen erinnert hinsichtlich der Farbe, des Glanzes und Lichtbrechungsvermögens an die chromatische Substanz der Gerüststränge. Noch wäre zu erwähnen, dass die Stäbchen nicht ganz gerade, sondern leicht gebogen sind; namentlich eines zeigte sich bei Immersionvergrösserung ziemlich stark gebogen. Die Deutung dieser Stäbchen dürfte wohl dahin zu richten sein, dass sie einen Zusammenhang mit der Bildung der Richtungskörperchen besitzen. Leider war es mir nicht gegönnt, weitere Eier im selben oder noch mehr vorgeschrittenen Entwicklungszustande untersuchen zu können, so dass ich mich auf die einfache Schilderung des Befundes beschränken muss.

Nach den geschilderten Befunden gehen während der Reifung der Eizelle folgende Veränderungen am Kerne vor sich:

In der jüngsten Form ist der Kern kreisrund oder kurz oval und in der Mitte der Eizelle gelegen; bald darauf wird er wieder rund (wenn er kurz oval gewesen) und liegt näher der Oberfläche der Zelle; manchmal fast dicht an der Tunica adventitia. Mit dem Grösserwerden entfernt er sich wieder, seine runde Gestalt beibehaltend und kommt in die Mitte der Zelle zu liegen. Noch wenn er in der Mitte liegt (oder wenigstens in der Nähe), tritt an einer Seite eine Abplattung ein, so dass er immer mehr die Form einer flachgewölbten Linse erhält und mit dieser abgeplatteten Seite nähert er sich immer mehr der Oberfläche des Eies, so dass er an 40 *mm* grossen Follikeln bis an die Tunica heranrückt. Während dieser Lageveränderungen nimmt der Kern an Grösse stetig zu und sein Durchmesser wächst von 9 auf 315 μ Länge und 117 μ Höhe, indem er gleichzeitig aus der Kugelform in die einer flachgewölbten Linse übergegangen ist.

Die Kernhaut ist anfangs deutlich doppelt contourirt, was mit dem Wachsen des Kernes verloren geht; sie erhält später einen einfachen Contour und wird immer dünner, bis endlich von ihr nur mehr Spuren vorhanden sind, welche wahrscheinlich schliesslich auch verschwinden, so dass der Kerninhalt an die Dotterelemente angrenzt. Es kommt also zu einer Auflösung der Kernhaut. Der Kerninhalt besteht aus dem Kernsafte, der chromatischen Substanz und dem Kernkörperchen.

Das Kernkörperchen ist in den Anfangszuständen des Kernes stets deutlich zu sehen und durchschnittlich 2·5 μ gross. Durch Färbung und Aussehen u. s. w. unterscheidet es sich von der chromatischen Substanz. Es hat stets eine periphere Lage in einer Lücke des chromatischen Netzwerkes; ob von ihm zu diesem verbindende Fäden hintreten, ist unbestimmt; mit dem Wachsen des Kernes scheint es an Ausdehnung zu gewinnen, denn bald hat es einen Durchmesser von 3·6 μ. In einem Kerne von 81 μ Durchmesser ist es noch vorhanden und wahrscheinlich auch noch in einem 117 μ grossen Kerne, wo es aber dann einer Auflösung, beziehungsweise einem Zerfalle in feinste Körner entgegengeht; in grösseren Kernen konnte es nicht mehr gefunden werden.

Der Kernsaft erscheint anfangs an den mit verschiedenen Mitteln behandelten Präparaten als eine ungemein feine, netzartige, sich nicht färbende Masse, die die engen Lücken des Kernnetzes erfüllt und in einer dünnen Schichte zwischen diesem und der Kernhaut sich ausbreitet. Bald nimmt diese Schichte zu, so dass sie eine immer breiter werdende Zone um das kugelförmige Netzwerk darstellt. Auf dem Durchschnitte erscheint der ganze geronnene Kernsaft als eine Scheibe, die im Innern den kreisförmig begrenzten Chromatinkörper trägt; anfangs ist diese Scheibe wenig gefärbt, mit den zunehmenden Veränderungen der chromatischen Substanz aber wird sie dunkler und enthält feinste dunklere Körner eingestreut. Ist die chromatische Substanz ganz aufgelöst, so bildet sie eine Masse, die durchgehends mit den Chromatinkörnern durchsetzt ist.

Die chromatische Substanz des Kernes besteht anfangs aus einem engen, dichten Netzwerke, das allmählig lockerer wird und in einen Fadenknäuel übergeht; es ist aber die Frage,

ob nicht vom Beginne an schon statt eines Netzes ein Knäuel vorhanden ist. Der Fadenknäuel nimmt an Ausdehnung zu, wird lockerer und die ihn aufbauenden Fäden beginnen einen Querbau zu zeigen, d. h. sie bestehen aus durch Achromatin verbundenen, aneinandergereihten Kugeln (Balbiani-Pfitzner'sche Kugeln). Der Querbau wird immer deutlicher, zugleich aber entsenden die Theilstücke von ihrer Oberfläche feinste Ausläufer in den umgebenden Kernsaft. Die Knäuelform der chromatischen Substanz geht verloren und an ihrer Stelle durchziehen den Kern deutlich quergebaute „Gerüststränge", die in verschiedenster Weise verschlungen sind; die Ausläufer, Strahlen der Querstücke, werden immer länger. Die Strahlen selbst zeigen bald auch einen deutlichen Querbau und wahrscheinlich senden die Theilstücke der Strahlen von ihrer Oberfläche ebenfalls Strahlen aus. Von den Enden der Strahlen lösen sich immer mehr die kleinsten Querstücke los und kommen in den Kernsaft zu liegen. Dadurch kommt es zu einem Zerfalle der chromatischen Gerüststränge, welche endlich ganz verschwinden; dafür ist aber der Kernsaft mit ihren Theilstücken ganz durchsetzt und er erscheint gekörnt. Da diese Theilstücke von ihrer Oberfläche aus, wie schon früher bemerkt wurde, ebenfalls (wahrscheinlich auch quergebaute) Strahlen zweiter Ordnung entsenden und diese auch zerfallen, so kommt es schliesslich dahin, dass der Kernsaft von den chromatischen Körnern überall durchsetzt ist, welche Körner so fein sind, dass der Kernsaft fast ein homogenes Aussehen erhält.

Das Wesen der Umänderungen der chromatischen Substanz des Kernes besteht mit wenig Worten darin, dass diese, ursprünglich in Form eines engen Netzwerkes vorhanden, an Menge zunimmt, und durch eigenthümliche Vorgänge in Form von feinsten Körnern durch den gesammten Kernsaft vertheilt wird.

Endlich, wenn es zur feinsten Vertheilung der chromatischen Substanz gekommen, bilden sich sechs chromatische Stäbchen, die mit dem einen Ende nahe der Oberfläche des Kernes aufsitzen, mit dem anderen knopfförmigen Ende in das Innere des Kernes hineinragen; dieselben sind wahrscheinlich mit der Bildung der Richtungskörperchen in Beziehung zu bringen.

Zum Schlusse mag noch erwähnt werden, dass das Wachsthum des Kernes, und das Fortschreiten der beobachteten

Vorgänge in seinem Innern nicht genau nebeneinander einhergehen müssen (meist ist es aber der Fall), wie auch die Veränderungen des Kernes mit dem Grösserwerden der Eizelle nicht immer gleich einhergehen. Im Grossen und Ganzen aber und meist besteht ein Einklang, und wenn nicht, so kann doch niemals beobachtet werden, dass eine z. B. 0·06 *mm* grosse Eizelle einen Kern zeigt, wo die chromatische Substanz schon zerfallende Gerüststränge zeigt. In einer gewissen Hinsicht findet also ein Verhältniss zwischen Grösse der Eizelle und den Reifezuständen ihres Kernes statt.

Bezüglich der einzelnen Theile des Kernes sei es gestattet, in möglichst kurzer Weise Einiges aus der Literatur anzuführen. Flemming[1] nimmt das Vorhandensein „einer besonderen, achromatischen, den Kern umgebenden Schicht" an, „also einer wirklichen, wenn auch bei den meisten Kernarten sehr dünnen Substanzlage, welche offenbar identisch ist mit der von Retzius erwähnten einfachen „Kerngrenze", aber nicht etwa bloss der Ausdruck der Berührungsfläche zwischen Kernzubstanz und Zellsubstanz ist. Erstens kann man diese Lage an manchen Kernen deutlich als solche sehen, so bei Eikernen, Nervenzellkernen; bei ersteren (Amphibien) ist sie vielfach so dick, dass sie deutlich einen doppelten Contour gibt." Diese Angaben Flemming's können bestätigt werden. An den Eikernen des Hühnchens ist anfangs immer ein deutlicher doppelter Contour der Kernhaut vorhanden und es ist nachzuweisen, wie im Verlaufe der Reifung dieselbe immer dünner wird; auch hatte ich Gelegenheit, ganz deutlich zerrissene Kernmembrane zu beobachten.

Des hellen Raumes um das Kernkörperchen wurde schon oben gedacht; an dieser Stelle möge nur nochmals erwähnt werden, dass das einzige Kernkörperchen, welches vorhanden ist, niemals ausserhalb der Gerüststränge lagert, im Gegensatze zu den Eizellen der Amphibien und Fische, wo eine Lagerung von Kernkörperchen ausserhalb der Balken vorkommt. (Flemming, l. c. S. 153.)

Die chromatische Substanz des Kernes anlangend, so ist das Vorhandensein eines Querbaues der Fäden bei anderen Eiern eine

[1] L. c. S. 167.

bekannte Thatsache. Flemming[1] gibt eine Abbildung und eine Beschreibung der chromatischen Fäden des Kernes eines jungen Eierstockeies von Siredon piciformis, welches dasselbe wie die oben beschriebenen „Gerüststränge“ der Eikerne des Eierstockeies der Hühnchen zeigt. Nachdem Flemming über den Querbau der Fäden gesprochen, äussert er sich: „Ich schliesse hier die Mittheilung über Beobachtungen von Eikernen an, die ich schon seit 1878 gewonnen habe, aber bisher unveröffentlicht liess, weil ich nicht sicher war und bin, ob man etwas davon und wie viel für Artefact halten soll oder nicht. Bei längeren Arbeiten über die Entwickelung des Ovarialeies von Amphibien und Fischen, die ich im Vereine mit Herrn cand. med. Wiebe ausführte, fand ich zunächst im Kerne des unreifen Ovarialeies von Siredon[2], an Chromsäure und Pikrinsäureschnitten mit Hämotoxylin, Pikrocarmin- oder Anilinfärbung, sehr merkwürdige und zierliche Anordnungen. (Fig. G. S. 134.)

Bei schwächeren Vergrösserungen glaubt man ein gefärbtes Strangwerk im Kern zu sehen mit verwaschenen Grenzen der Stränge, ziemlich, aber nicht ganz regelmässig im Kernraum angeordnet, alle Stränge von etwa gleicher Dicke.

Schon mit mittelstarken Linsen (Hartnack 5—7) sieht man deutlich eine irreguläre Querzeichnung dieser Stränge, mit starken Systemen, dass von diesen Querportionen feinere Fäden mit blasserer Tinction aus den Strängen herausziehen verästelt den Raum zwischen diesen durchsetzen und mit anderen Strängen zusammenhängen. Hat man, wie es in den grossen, runden Kernen vielfach zu finden ist, einen der Stränge im optischen Querschnitte vor sich, so gibt jene Ausstrahlung das Bild eines Sternes mit dunkler Mitte, blassen Strahlen. . . . . An den Alkoholpräparaten gleicher Ovarien fand ich das Gleiche, aber viel weniger regelmässig dargestellt. An Osmiumpräparaten sieht man die Strangzüge im Kern äusserst blass und ihre Quer-

---

[1] L. c. S. 133.

[2] Anmerkung Flemming's: „Die betreffenden Verhältnisse fanden sich übereinstimmend bei 5 weiblichen Axolotl's von 1—2 Fingerlängen Die Ovarien sind in diesem Zustande noch sehr klein. Bei 3 Thieren wurde Chromsäure nebst den anderen genannten Reagentien zur Controle zur Härtung angewandt.“

strichelung nur eben angedeutet und bei bestem Licht; gute Osmiumfärbung von Osmiumschnitten dieser Ovarien gelang mir leider bisher mit keinem Mittel.

In den Ovarien von jungen Salamandern und ebenso bei alten mit entwickelten Eierstöcken, mit deren Präparaten mich Herr Wiebe unterstützt hat, finden sich in jungen Eiern in entsprechender Grösse bei gleicher Behandlung ähnliche Verhältnisse des Kernes, nur ist die Zeichnung weniger zierlich und regelmässig. Im jungen Froschei nähert sie sich an Chromsäurepräparaten ziemlich den Bildern von Siredon, doch ist die Querstrichelung der Stränge weniger deutlich, sie erscheinen mehr gekornt; freilich sind auch die Grössenverhältnisse geringer und dadurch würde die Structur, wenn sie hier ebenso existirt, schon undeutlicher sein. An jungen Ovarialeiern verschiedener Fische im ganz frischen Zustand, wie nach Behandlung mit Reagentien, habe ich Strangwerke im Kern ähnlicher Anordnung wie bei den Amphibieneiern vielfach deutlich beobachtet, in Bezug auf Querstrichelung dieser Stränge hier noch keine Sicherheit gewonnen.“ Weiter äussert sich Flemming (l. c. S. 137), „dass man bei Ovarialeiern der Amphibien sowohl, als anderer Wirbelthiere, bei gewisser Behandlung auch sehr von den beschriebenen abweichende Bilder der Kerne erhalten kann, bei denen es sich theils um Veränderungen durch Reagentien, theils auch um verschiedene Reifestadien der Eier, sowie darum handelt, dass diese verschiedenen Stadien nicht in gleicher Weise von Reagentien beeinflusst werden. Bilder, wie ich sie hier im Sinne habe, hat kürzlich T. Iwakawa[1] von Eierstockseiern der Triton pyrrhogaster sehr treu dargestellt; ich habe solche an Alkohol-Pikrocarminpräparaten an mittelreifen Eiern verschiedener Thiere oft gehabt. Der Kern ist in einem weiten hellen Raum gelegen, als sei er geschrumpft, seine Masse homogen oder feinkörnig geronnen, darin nur die zahlreichen, oft verzerrten Nucleolen sichtbar. Iwakawa, der sich übrigens eines näheren Urtheiles über diese Bilder mit Vorsicht enthält, gibt an, dass bei Behandlung mit Pikrin-Schwefelsäure statt dessen Netzwerke

[1] The genesis of the egg in Triton. Quart. journ. of micr. science. Jul 1882. Nr. 87. S. 260.

in den Kernen zu sehen seien, und zeichnet solche in Fig. 19 und 27. Vielleicht würde ein stärkeres System, oder doch Chromsäurebehandlung, hier ähnliche Configurationen des Netzwerkes gezeigt haben, wie in meiner Fig. G; meine Erfahrung erstreckt sich zwar nicht auf Triton, aber man kann nicht annehmen, dass er in diesem Punkte erheblich von Fischen und Salamandern abweichen sollte". Anschliessend an letztere Angabe sei gleich bemerkt, dass ich an mit Flemming'schem Gemisch behandelten Eierstöcken von Triton ganz deutlich diese Gerüststränge beobachten konnte.

Auch Rabl[1] hat an mittelreifen Eiern vom Proteus, die mit Chrom-Ameisensäure, sowie mit Chromosminumessigsäure gehärtet und mit Saffranin gefärbt waren, diese Gerüststränge beobachtet: „Das Keimbläschen wird von einer ziemlich derben, structurlosen, durchsichtigen Hülle umschlossen, die zugleich eine Grenze gegen den früher beschriebenen inneren Dotter abgibt. An der Innenseite dieser Membran sieht man in unregelmässigen Abständen von einander kugelige, stark glänzende, wie Öltropfen aussehende Körperchen; dieselben liegen durchweg der Membran dicht an und fehlen in der Höhle der Keimbläschen vollständig. In dieser sieht man blasse, nach verschiedenen Richtungen verlaufende, undeutliche Stränge. An gehärteten Eiern sieht man auf Schnitten, wie Flemming ganz richtig angibt, schon mit mittelstarken Linsen an den Strängen eine unregelmässige Querzeichnung, und mit stärkeren Linsen kann man sich ohne Mühe überzeugen, „dass an den Querportionen feinere Fäden mit blasserer Tinction aus den Strängen herausziehen, verästelt den Raum zwischen diesen durchsetzen und mit anderen Strängen zusammenhängen. Auf dem optischen Querschnitt geben die Stränge das Bild von Sternen mit dunkler Mitte und blassen Strahlen". .... „Auffallend ist der geringe Gehalt der Gerüststränge, sowie der ganzen Keimbläschen, an färbbarer Substanz; selbst wenn die Bindegewebskörperchen sehr intensiv gefärbt sind, erscheinen die Gerüststränge der Eier noch ziemlich blass. Es ist dies auch Flemming aufgefallen; er gibt an, dass ihm eine gute Färbung von Osmiumschnitten durch die

---

[1] L. c. S. 318.

Ovarien von Siredon leider bisher mit keinem Mittel gelungen sei. Ich glaube, dass der Grund davon nicht so sehr in der Methode, als in der chemischen Zusammensetzung der Gerüststränge zu suchen sei."

O. Schultze[1] spricht nichts von dem Vorhandensein von Gerüststrängen im obigen Sinne im Amphibienei (Rana, Triton, Siredon), sondern nur von Fadenknäueln, die sich bei der Reifung des Amphibieneies im Kerne bilden. Flemming aber hat solche, wie früher bemerkt wurde, gesehen und ich kann beifügen, dass ausser bei Triton dieselben auch bei Rana von mir beobachtet wurden. Auch bei Lacerta habe ich sie gefunden, wo sie selbstverständlich auch nur einen bestimmten Reifezustand des Kernes, beziehungsweise der Eizelle, darstellen können, wie dies auch für die Amphibien angenommen werden muss.

Es geht aus Allem hervor, dass das Kernnetz bei Amphibien, Vögeln und Lacertilien während der Reifung der Eizelle eine ganze Reihe von Veränderungen durchmacht, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die gleichen oder wenigstens ähnliche Veränderungen auch an den Kernen der Eizellen der übrigen Wirbelthiere sich vorfinden werden. Bei Fischen hat ja Flemming Strangwerke im Kern von ähnlicher Anordnung wie bei den Amphibieneiern vielfach deutlich beobachtet, nur in Bezug auf Querstrichelung dieser Stränge hier noch keine Sicherheit gewonnen. An Eiern von Säugethieren (Hund, Mensch) glaube ich Andeutungen von diesen Vorgängen an der chromatischen Substanz gefunden zu haben, kann mich aber mit Sicherheit darüber nicht aussprechen, da die Eierstöcke, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, schon seit längerer Zeit aufbewahrt und nicht mit entsprechenden Mitteln behandelt (fixirt) wurden. Nach Untersuchung von entsprechendem Materiale werde ich über die Vorgänge, anschliessend an diese Arbeit, später berichten.

b) Veränderungen am Zellleib.

Da die Tunica adventitia denselben Theilen, welchen Membrana granulosa und propria ihre Entstehung verdanken, ent-

---

[1] L. c. S. 197.

stammt, so wird dieselbe in diesem Abschnitte nur so viel berücksichtigt werden, als nothwendig ist.

Der Zellleib wird in den kleinsten Eizellen, die beobachtet wurden und die noch nackt sind, von einem Stoffe gebildet, dessen Bau zu beschreiben sehr schwer ist; manchesmal erschien er feinstreifig oder feinnetzartig, in anderen Fällen feinst gekörnt. Wahrscheinlich besteht der Zellleib aus einem feinen Netzwerke, denn Eizellen, die von einer Tunica adventitia umgeben sind und um welche die Bildung der Membrana granulosa stattfindet, zeigen einen netzartigen Bau des Zellleibes; die Maschenräume des Netzes erscheinen verhältnissmässig weit und unregelmässig. Die Stränge sind sehr blass und mit Andeutungen von feinsten, ebenso blassen, doch glänzenden Punkten versehen; sie machen den Eindruck, dass sie aus einem sehr weichen Stoffe bestehen. Wann die Tunica adventitia gebildet ist, so liegt sie dem Umfang des Zellleibes innig an. Der Bau des Zellleibes ändert sich gegen seinen Umfang zu nur sehr wenig und dies besteht darin, dass meistens das Maschenwerk lockerer erscheint. In den Eizellen, um welche eben die Follikelbildung stattgefunden, macht sich im Zellleib aber noch etwas anderes bemerkbar. An mit Chromosmiumessigsäure fixirten und mit Boraxcarmin behandelten Eierstöcken sieht man, wenn man die eben fertig gemachten Schnitte untersucht, dass im Innern des Zellleibes, ganz regellos zerstreut, manchesmal aber in dichterer Ansammlung, in der Nähe des Kernes kleine, tief schwarz gefärbte, kugelrunde, bläschenartige Gebilde vorhanden sind, wie auch von den gleichen Elementen die Zellen der Membrana granulosa durchsetzt erscheinen. Widmet man der Betrachtung dieser schwarzen Bläschen längere Zeit, so gewahrt man, dass ihre Schwärze immer mehr verloren geht, dass sie einen grauen Ton annehmen, der immer blässer wird und endlich geht die Färbung ganz verloren, so dass sie in den kleinsten Eizellen ganz unsichtbar werden; nur in etwas grösseren Follikeln (z. B. 0·3 *mm*) kann man in der Nähe des Umfanges der Eizelle die grünlich-braun gewordenen Bläschen sehen. An mit Kleinenberg'scher Flüssigkeit oder $^1/_3$ Platinchlorid behandelten Eierstöcken konnten diese Bläschen niemals wahrgenommen werden und es ist jedenfalls die Wirkung der Osmiumsäure, die sie zur

Anschauung bringt. Eigenthümlich ist, dass die Fettzellen, die im Eierstock vorkommen, die schwarze Färbung bedeutend länger erhalten; obwohl dies der Fall, so wird man diese Bläschen denn doch für Fetttropfen erklären müssen, umsomehr als auch Eimer[1] in den Eiern der grünen Eidechse und der Schildkröten, wie auch im Ei der Ringelnatter, sie gesehen hat und für Fett erklärt.

Ein regelmässiges Gebilde, welches schon in den kleinsten Eiern vorhanden ist, ist der Dotterkern. (Abbildung 3 D.) In kleinen, 0·04 *mm* grossen Eizellen ist er schon ganz deutlich wahrzunehmen; vielleicht ist sein Auftreten sogar noch in jüngeren Zuständen nachzuweisen. Er kennzeichnet sich durch seine tiefe Färbung, im Gegensatz zu dem Fadennetze des Zellleibes, welches ganz ungefärbt ist. Er stellt entweder einen der Kernwand innig anliegenden, daselbst eingedrückten rundlichen Knoten vor, oder eine dichte, streifige Masse, die an einer Stelle zwischen der Kernwand und der gegenüberliegenden Stelle des Eiumfanges ausgebreitet ist. Gewöhnlich ist die Stelle, wo sie letzterem aufsitzt, zwei- oder dreimal so breit, als die an der Kernwand. Bambeke[2] gibt auf Tafel XXVII, Abbildung 11 und 12, namentlich mit letzterer eine sehr gute Zeichnung über den Dotterkern einer sehr jungen Eizelle des Hühnchens in der eben besprochenen Form. Die eine Abbildung (11) ist nach einem Präparate Schäfer's gegeben, dessen Abhandlung[3] mir leider nicht zugänglich war. Nach einer Angabe Bambeke's (l. c. S. 817) beschreibt Schäfer den Dotterkern als „une condensation du réticulum vittelin"; er selbst sagt: „il s'agit ici, non d'une couche limite séparant deux parties constituantes du corps protoplasmatique cellulaire ou ovulaire, ni de replis d'une membrane, mais d'une condensation sous forme de faisceau du réticulum cellulaire".

---

[1] Untersuchungen über die Eier der Reptilien. Arch. f. mikr. Anat. 8. Band. 1872. S. 226.

[2] Archives de Biologie, Paris 1883. Tome IV. Constitutions a l'histoire de la constitution de l'oeuf. Pag. 803.

[3] On the structure of the immature ovarian Ovum in the common Fowl and in the Rabbit etc. (Fron the proceedings of the Royal Society 1880. Nr. 202.)

Ob der Dotterkern nun in der einen oder anderen Form auftritt, immer findet man, dass er eine tief gefärbte Stelle des Zellleibes darstellt, sich so vom übrigen Theile deutlich abhebt, dementsprechend er sehr leicht zu beobachten ist. Wenn er die Form eines Knotens besitzt, so ist sein Aufbau sehr schwer zu ermitteln; er stellt eine sehr dichte Masse dar, die fast den Eindruck der Gleichartigkeit macht; tritt er in Form eines Stranges zwischen Kernwand und Eioberfläche auf, so ist sein streifiges, zum Theil netzartiges Aussehen unschwer zu erkennen. Ob sein Auftreten nun in dieser oder jener Form stattfindet, immer ist zu beobachten, dass von ihm Ausläufer in die Balken des Zellleibes einstrahlen, und da seine Ausläufer sich ebenso schön färben wie er, so erscheinen die mit solchen Strahlen versehenen Balken des Netzes des Zellleibes deutlich gefärbt und heben sich von den anderen ungefärbten ab. Mit dem Wachsthum der Zelle kommt es dahin, dass die Fortsätze des Dotterkernes immer reichlicher werden, demzufolge wegen ihres eben erwähnten Verhaltens zum Netze des Zellleibes dasselbe immer mehr an Färbung gewinnt und deutlicher wird. Endlich kommt es dahin, dass die gesammten Stränge des Protoplasmaleibes der Zelle gefärbt und deutlich erscheinen und der Dotterkern verschwindet oder nahe dem Verschwinden ist. In welcher feineren Beziehung aber der Dotterkern mit seinen Strahlen zum ursprünglichen netzartigen Protoplasmaleib der Eizelle steht, das vermag ich nicht anzugeben; wird der letztere aufgelöst und tritt an dessen Stelle das vom Dotterkern auslaufende Netz oder verbinden sich die Balken des letzteren mit denen der ersteren auf das engste, all darüber kann nichts mit Bestimmtheit ausgesagt werden. Soviel steht fest, dass ursprünglich das Netzwerk des Protoplasmaleibes der Eizelle weitmaschig und sehr zart ist, und das Farbmittel nicht aufnimmt; je mehr der Dotterkern sich verästelnde und mit einander sich verbindende Stränge, welche das Farbmittel sehr leicht aufnehmen, entsendet, umsomehr schwindet das ursprüngliche, blasse, zarte Netz des Zellleibes, so dass endlich das Netzwerk des Protoplasmaleibes der Zelle aus deutlichen, gut gefärbten Strängen aufgebaut erscheint. Dieses an Stelle des ersteren getretene Netzwerk zeigt viel engere Maschen, enthält aber andererseits

in den Strängen dieselben punktförmigen, feinen Körner eingestreut, wie sie sich in den Strängen des ersten ungefärbten Netzwerkes vorfanden. Die gröberen Balken des neu entstandenen Netzwerkes zeigen meist eine radiäre Anordnung. Die Zeit der Vollendung der Umwandlung des ersten Netzwerkes in das zweite steht nicht im Zusammenhang mit bestimmten Reifezuständen des Kernes. Anstatt eines Dotterkernes, der also mit seinen Ausläufern in wesentlicher Beziehung zum Protoplasmaleib der Zelle steht, und der immer vorhanden ist (im Gegensatze zu Angaben, dass er nicht immer angetroffen wird und ein bedeutungsloses Gebilde ist), können auch zwei, ja drei unter einander verbundene Dotterkerne auftreten, die immer in der Nähe der Kernwandung liegen und wovon wenigstens einer ihr wie angelöthet erscheint, so dass zwischen beiden nicht der feinste Spalt wahrgenommen werden kann.

Eine eigenthümliche Form des Dotterkernes fand ich einigemale; sie besteht darin, dass derselbe in Form einer ringförmigen Masse um die Kernwand auftritt und nach allen Seiten die gefärbten Strahlen in den ungefärbten Zellleib entsendet und die Umwandlung des letzteren herbeiführt. Ist dies geschehen, so bildet sich eine neue, dichte, sich stark färbende Masse um die Kernwandung, welche neuerdings tiefer gefärbte Strahlen als früher allseitig entsendet und die Umwandlung des soeben erzeugten Netzwerkes in ein neues, dichteres, sich noch mehr färbendes herbeiführt. An Abbildung 12 ist die gleichsam schichtenweise Überführung des ursprünglichen sich nicht färbenden Netzwerkes in das bleibende zu ersehen; *a*) ursprüngliches Netzwerk, *b*) Netzwerk vom ersten ringförmigen Dotterkern, welches das erstere gleichsam verdrängt, während es vom *c*), dem vom zweiten entstandenen Dotterkerne *d*) abgegebenen Strahlen zum Verschwinden gebracht wird. Ich finde nichts vor, welches zur Deutung als einer pathologischen Bildung Veranlassung geben könnte.

Der Dotterkern ist eine Bildung, die im Thierreiche eine weite Verbreitung findet. Bei Schütz[1] findet sich eine Zusammenstellung der Thiere, bei welchen er überall und von wem er

[1] Über den Dotterkern. Inaug.-Diss. 1882.

beobachtet wurde. Ich erwähne nur, dass er von Gegenbaur, Cramer, Balbiani bei Vögeln und von Eimer bei Reptilien gesehen wurde. Die Meinungen über seine Beziehungen zur Eizelle sind verschieden und ohne auf diese einzugehen, glaube ich am besten zu handeln, wenn ich wegen dieser Frage einfach auf den oben mitgetheilten Befund verweise.

Die bisher aufgetretenen Veränderungen des Zellleibes lassen sich kurz zusammenfassen; sie bestehen darin, dass in dem ursprünglich zarten, blassen, sich nicht färbenden [1], weitmaschigen Netze des Zellleibes ein der Kernwand innig anliegendes, dichtes, sich sehr stark färbendes Gebilde der Dotterkern, auftritt. Dieser entsendet allseitig untereinander verbundene Strahlen, die sich ebenso färben wie er, welches Netzwerk das erste zum Verschwinden bringt, so dass an dessen Stelle ein engmaschiges, sich gut färbendes zu liegen kommt, dessen Balken von eben denselben feinsten Körnern durchsetzt sind, wie es beim Ersten der Fall war. Diese Veränderungen sind weder an bestimmte Grössen der Eizellen, noch an bestimmte Reifezustände des Kernes gebunden; man kann annehmen, dass gewöhnlich an 0·2 bis 0·4 *mm* grossen Eizellen dieses neue Netzwerk gut ausgebildet ist.

Die weiteren Veränderungen bestehen darin, dass, abgesehen von dem Wachsthume der Eizelle und dem damit einhergehenden Wachsthume des Netzwerkes des Zellleibes, das Netzwerk immer feiner wird, d. h. die Lücken desselben werden immer kleiner. Die in den Strängen enthaltenen feinen runden Körner werden deutlicher und reichlicher, so reichlich, dass die Grundsubstanz der Balken, welche die massenhaften dunklen Körner enthalten, fast kaum sichtbar ist, und es den Eindruck macht, als bestünde der ganze Zellleib aus einem netzartigen Haufen von unendlich vielen, kleinen, dunklen (an Osmiumpräparaten bei hoher Einstellung lichten bei tiefer Einstellung schwarzen, glänzenden) Körnern, die durch eine feinste Masse in ihrer Lage gehalten werden. Beobachtet man manche

---

[1] Die Angaben über Färbung und Nichtfärbung beziehen sich auf mit Kleinenberg'scher Flüssigkeit fixirten, in Weingeist gehärteten und mit Boraxcarmin behandelten Präparaten.

Stellen, namentlich in der Nähe des Innern der Zelle, genauer, so zeigen einzelne Körner schon eine Grösse von 1—2 μ, die von einem hellen Hofe umgeben, anscheinend in einer Lücke des Netzwerkes liegen. Da der glänzende Saum aber gewiss nichts anderes als eine Reflexerscheinung ist, so dürfte die Annahme richtig sein, dass sie in einer sehr feinen, fast gleichartigen Masse eingebettet liegen. Mit dem Wachsthum des Zellleibes vergrössern sich alle Körner, die Maschenräume werden weiter und die Folge ist, dass der Zellleib aus einem grobmaschigen Netzwerke aufgebaut ist, in dessen Lücken die verschieden grossen (1—2 μ), glänzenden Dotterkörner liegen. Sie liegen aber in den Lücken nicht frei, sondern werden von einer feinsten Masse eingehüllt, welche in dem Bau feiner erscheint, als das mit feinsten Punkten versehene grobe Balkenwerk. Das Grösserwerden der Maschenräume und Wachsthum der Kugeln beginnt im Innern der Eizelle und schreitet gegen deren Umfang fort, ohne ihn aber zu erreichen, so dass sich eine Rindenschichte (ursprüngliches Eiprotoplasma), feinkörnig und feingenetzt, von dem übrigen weitmaschigen, mit verhältnissmässig grossen Dotterkörnern versehenen Inhalte des Zellleibes absetzt. Während gleich zu besprechende Veränderungen an dieser Rindenschichte auftreten, vergrössern sich die Dotterkugeln des Eiinnern bis auf 12—15 μ, die fast gleichartige Masse, die sie umgibt, breitet sich aus und die Balken des Netzes werden dünner; das Eiinnere erhält ein Aussehen, wie es der unterste Theil der Abbildung 11 bei *d* zeigt.

Dieses so veränderte Eiinnere grenzt an die früher erwähnte Rindenschichte, welche verhältnissmässig breit ist, an. Die feinkörnige und feinnetzige Rindenschichte grenzt aber gegen das Eiinnere nicht scharf ab, sondern man findet, dass sie gegen dasselbe zu grobnetzig wird und in den Lücken der immer mehr sich dem Aussehen des Eiinnern nähernden an es angrenzenden Rindenschichte finden sich Dotterkörner in verschiedenen Grössen eingelagert, deren Grösse von aussen nach innen zunimmt. Mit dem Wachsthum des Eies wird die Rindenschichte immer schmäler, dadurch, dass der innere Antheil derselben immer mehr das Aussehen und Verhalten des Eiinnern gewinnt, und es kommt endlich zu einem Zustande, wo bei einem 4 *mm* grossen Ei sie ein Aussehen, wie es Abbildung 11 bei *Ri* und *Re*

zeigt gewinnt. Sie ist 17·3 μ dick, während sie bei einem 2 *mm* grossen Ei noch 98 μ aufwies. Nach einwärts von ihr finden sich kleinere Maschenräume und Dotterkugeln, aus ihren inneren Antheilen durch Wachsthum hervorgegangen. An der Rindenschichte lassen sich zwei Abtheilungen unterscheiden, eine äussere und eine innere; die äussere scheint nur aus feinsten Körnern zu bestehen, während die innere allmälig grösser werdende Kugeln enthält; mit anderen Worten, die Körner des äusseren Theiles der Rindenschichte vermehren sich und nehmen an Grösse zu und die grösser gewordenen kommen in den inneren Antheil der Rindenschichte zu liegen, wo sie weiter wachsend, immer näher dem Eiinnern zu liegen kommen und endlich die äusserste Schichte des Eiinnern darstellen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die weitere Dotterbildung an dem Eiumfange erfolgt, und dass die Rindenschichte es ist, welche, indem die sie aufbauenden kleinsten Körner (kleinste Dotterelemente) immer grösser werden, zu Dotterkugeln heranwachsen, die dann an den zuerst gebildeten Dotter herantreten, die Bildungsstätte für die neuentstehenden Dotterkugeln abgibt. Indem fort und fort von der Rinde neue Schichten gebildet werden, erklärt sich der concentrische Bau des Dotters.

Es wurde gezeigt, dass die Dotterbildung in zweierlei Weise einhergeht. Der erste Dotter entsteht durch unmittelbares Heranwachsen der im Netzwerk des Zellleibes (schon a priori) vorhandenen feinsten Körner zu Dotterkugeln; der zweite geht aus dem verbleibenden Überreste desselben, der zur Rindenschichte wird, hervor. Der erste Dotter stellt den centralen Dotter vor, um welchen sich schichtenweise nach Art von Kugelschalen Rindendotter lagert. Hiemit ist im Einklange das Durchschnittsbild des fertigen Dotters, wo die Latebra den verhältnissmässig klein gebliebenen, ursprünglichen centralen Dotter darstellt, während die sie umgebenden concentrischen Rindenschichten, den Rindendotterschichten des sich entwickelnden Eies gleichkommen.

Bis jetzt wurde einer ganz auffallenden Bildung, die zwischen Rinde und Tunica adventitia auftritt, keine Erwähnung gethan.

Gewöhnlich zur Zeit des Auftretens des Rindendotters bemerkt man, wie zwischen Tunica adventitia und Dotterrinde sich

ein heller Saum bemerkbar macht, welcher an Ausdehnung stets zunimmt, so dass er an 4*mm* grossen Eiern eine Dicke von 13 μ besitzt. Dieser Saum, welcher in Form eines Ringes (auf dem Durchschnitte) die Rindenschichte umgibt (Abbildung 11 *Zr*), besteht aus feinsten Streifen, welche die denkbar feinsten Zwischenräume zwischen sich lassen und einerseits dicht an die Tunica adventitia, andererseits an die Rindenschichte angrenzen; er stellt die Zona radiata (Waldeyer's) dar. Die Zona radiata ist nicht ein Gebilde, welches aus einem Stoffe besteht, der von zahlreichen radiär gestellten Canälen durchsetzt ist, wo dann die Strichelung gleichsam die Scheidewände zwischen ihnen darstellt, sondern sie besteht aus einem System von feinsten, eng aneinanderliegenden Fasern. An sehr feinen Schnitten oder auch an Rissstellen hat man hinreichend Gelegenheit, zu beobachten, wie diese Fasern in die Rindenschichte reichen und da mit dem zwischen den elementaren Dotterkörnern liegenden Plasmanetze sich verbinden; ja man kann unter Umständen beobachten, wie sich die Fäden bis zum Plasmanetze, welches an die Rindenschichte angrenzt, erstrecken.

Andererseits erstrecken sich die Fäden der Zona radiata bis an die Tunica adventitia und es macht den Eindruck, als ob sie hier, mit ihr innig verbunden, endigen. Es lässt sich aber wieder nachweisen, dass die Fäden mit den Zellen der Membrana granulosa zusammenhängen, dass sie nichts anderes sind, als Fortsätze derselben, welche durch die Tunica hindurch gehen, und mit dem Plasmanetze des Dotters in Verbindung treten. An Stellen, wo die Zellen der Membrana granulosa zufällig oder künstlich von der Tunica adventitia losgerissen wurden, sieht man an ihrem gegen die Tunica gerichteten Rande massenhaft diese feinsten Ausläufer. Ja, es wurde in einem Falle, wo die Tunica adventitia gerissen war, beobachtet, wie die Fäden der Zellen sich bis zum Netzwerke des Eies ununterbrochen erstreckten.

Aus diesem geht hervor, dass die Zona radiata ein Erzeugniss der Zellen der Membrana granulosa ist, also nicht zum Ei im engeren Sinne gehört, so dass dasselbe mit dem Rande der Rindenschichte seine eigentliche Begrenzung findet. Das eigenthümliche Verhalten dieser Ausläufer der Granulosazellen lässt meinen, dass sie es sind, welche die zur Bildung des

Dotters nöthigen Stoffe von aussen leiten; dies findet darin auch seine Begründung, dass zur Zeit, als die Bildung der Rindendotterschichten anfängt, die Zona radiata zur Entwickelung kommt und von da an an Ausdehnung immer mehr zunimmt; andererseits aber, wenn die Dotterbildung ihrem Ende entgegengeht oder aufhört, sie dünner wird und endlich sich in eine Art faserigen, filzigen Gewebes umwandelt.

Eimer[1] hat beim Ringelnatterei beobachtet, dass die Rindenschichte, solange sie noch feinkörnig ist und nachdem der Follikel eine gewisse Grösse erreicht hat, sehr schön radiär gestreift ist, und zwar in zweierlei Weise: „einmal ziehen gröbere, oft messbar dicke Fäden, ungleich grosse Zwischenräume zwischen sich lassend, von der Dotterhaut an durch sie hindurch und gehen direct in die nach aussen schauenden Zacken der inneren Rinde über, von welcher früher die Rede war. Andererseits aber lassen sie sich zuweilen durch Dotterhaut und Zone hindurch verfolgen und es lässt sich erkennen, dass sie Fortsätze der Epithelzellen der Granulosa sind. Zweitens sieht man häufig auch die Zwischenräume, welche diese Ausläufer zwischen sich lassen, ungemein fein und fast regelmässig radiär gestreift. Die Streifung ist hier durch äusserst zarte, dicht aneinanderliegende Linien hervorgebracht, die sich nach innen in dem innerhalb der Rindenschichte liegenden Dotter verlieren, in welchen man sie hie und da ziemlich weit hinein verfolgen kann. Diese Linien scheinen oft aus sehr kleinen aneinandergereihten Körnchen zu bestehen. Es ist wahrscheinlich, dass auch sie auf Ausläufer der Epithelzellen zurückgeführt werden müssen. Lange bevor ich die Streifung der Rindenschichte gesehen hatte, war es mir nämlich gelungen, Granulosazellen mit ungemein langen und feinen Fortsätzen zu isoliren — oft von der vier- und sechsfachen Länge des Zellkörpers — mit welchem zuweilen noch Stücke des Maschennetzes, das ich ebenfalls erst später im Ei fand im Zusammenhange waren; manchmal lagen sogar noch Dotterelemente in den mit den Epithelien in Verbindung stehenden Maschenstücken. Ich isolirte aber auch Zellen, deren unmessbar feine Fortsätze wie aus den feinsten

[1] L. c. S. 228.

aneinandergereihten Körnchen zusammengesetzt schienen und welche der feinen Streifung der Rindenschichte entsprachen.

Es stehen demnach die Epithelzellen der Granulosa des Natterneies, worüber übrigens später noch weiter gesprochen werden soll, durch zarte Ausläufer in directer Verbindung mit der inneren Rinde und mit dem Maschennetze im Ei. Gleich diesen beiden verschwinden die Ausläufer später, dann nämlich, wenn die körnige Rindenschichte in Dotterelemente verwandelt wird."

Waldeyer[1] sagt von der Zona radiata, dass sie anfangs unmessbar dünn ist und dann an Stärke allmälig zunimmt; sie zerfällt leicht in haarähnliche Elemente, die wie Flimmerhaare aus dem Protoplasma der Cylinderzellen (des Follikelepithels) hervorgehen. „Am anderen Ende löst sich, wie man bei starken Vergrösserungen deutlich wahrnimmt, diese anscheinend membranöse Schichte direct, durch einfachen Zerfall der kleinen stäbchenförmigen Elemente, in die feinkörnige Rindendottermasse, die Molekularschicht, auf. Die directe Beobachtung sowohl, wie der sonderbare Umstand, dass die Zona radiata sich später vollkommen verliert und bis auf ihre alleräusserste, ganz dünne Schichte schwindet, sprechen dafür. Diese äusserste basale Schichte ist dann die eigentliche Dotterhaut. Letztere entsteht also nicht aus der Zonoidschichte des Hauptdotters, hat mit dem letzteren überhaupt gar nichts zu thun, sondern ist eine innere Basalschicht des Follikelepithels, und zwar vorzugsweise derjenigen Zellen desselben, welche ihr breiteres Ende nach innen wenden. Mit dieser Entstehungsgeschichte der Dotterhaut ist zugleich auch die Entwicklung des Nebendotters gegeben. Derselbe ist, wie sich ohne Weiters herausstellt, eine Production des Follikelepithels .... Das Protoplasma des Follikelepithels metamorphosirt sich an seinem inneren Ende zunächst in eine festere basale Masse, die Zona radiata, die aber fortwährend wieder körnig zerfällt und zunächst die Molekularschicht des Nebendotters bildet."

In einer späteren Abhandlung gibt Eimer[2] an, dass beim Hühnchen zwischen Chorion (Tunica adventitia mihi) und der

[1] L. c. S. 62.

[2] Untersuchungen über die Eier der Reptilien. II. Zugleich Beobachtungen am Fisch- und Vogelei. Archiv für mikr. Anatomie. 8. Band. Bonn, 1872. S. 416.

Rindenschicht die Elemente der Zona radiata liegen. Dieselben seien feine Fäden, welche sowohl dem Chorion fest aufsitzen, als mit der Rindenschichte innig zusammenzuhängen scheinen. An grösseren Eiern werde die Zona radiata schmäler und wahrscheinlich sind sie und die Zona pellucida bei den übrigen Wirbelthieren identisch. Mit Beginn der Auflösung der Zona treten an Stelle der Stäbchen feine Fäden, die durch irgend welche Störung, sogar leicht in ihrer gegenwärtigen Stellung, verschoben, unregelmässig verbogen werden können. Zuweilen fand Eimer eine deutliche Streifung der Rindenschicht des Dotters, welche auf Ausläufer der Follikelepithelzellen zurückgeführt werden muss, wie dies beim Ringelnatterei der Fall ist.

Aus den gemachten Anführungen und denen Waldeyer's und Eimer's geht hervor, dass die Zona radiata im innigen Zusammenhange mit den Zellen der Membrana granulosa steht, dass sie nichts anderes als deren Ausläufer darstellt; sie ist also kein Erzeugniss der Eizelle und gehört ihr nicht an. Beide Autoren bringen sie in Beziehung zur Ernährung oder Bildung des Dotters. Während aber nach Waldeyer die Entstehung der Rindenschichte auf einer Abscheidung von Seite der Zellen der Membrana granulosa beruht, indem die von diesen entsendeten Fortsätze (Zona radiata) zu den Körnchen der Rindenschicht zerfallen, ist Eimer [1] der Ansicht, dass die mit ihren Fortsätzen (Zona radiata) in den Dotter hineinragenden Follikelepithelzellen es sind, welche eine Zeitlang die Wege für das Ernährungsmaterial des Eies abgeben. Ein Zerfallen dieser Fortsätze der Zellen der Membrana granulosa, beziehungsweise der Fasern der Zona radiata, konnte nach den gemachten Untersuchungen nicht beobachtet werden und so bleibt nichts anderes übrig, als dieselben als Nährwege anzusehen und der Ansicht Eimer's beizustimmen. Dass aber diese Wege nur eine Zeit lang, wie Eimer annimmt, bestehen sollen, ist gewiss nicht richtig; diese Wege bleiben so lange erhalten, als noch Rindendotter erzeugt wird. Eimer musste zu dem Glauben des nur zeitweiligen Vorhandenseins dieser Wege kommen, da er annimmt, dass zu einer gewissen Zeit das Follikelepithel schwindet und er sagt, [2] nach-

[1] L. c. S. 428.
[2] L. c. S. 429.

dem er die grosse Bedeutung des Follikelepithels für das Wachsthum des Eies betont hat: „Es frägt sich aber, ob es an demselben nicht doch noch einen mehr activen Antheil nimmt, ob es nämlich nicht, nachdem es seine Rolle als Leitungsapparat für Zufuhr und Abfuhr und vielleicht als Filtrationsapparat erfüllt hat, durch die Poren der Eihüllen, beziehungsweise durch die eigenen, in den Poren steckenden Fortsätze, welche Röhrchen darstellen, vom Ei gewissermassen aufgesaugt wird, so dass es allerdings zuletzt noch in diesem aufginge."

Das Follikelepithel, beziehungsweise die Zellen der Membrana granulosa, gehen aber nicht zu Grunde, sondern bleiben bis zur vollständigen Ausbildung des Dotters erhalten; dann wohl gehen sie einer Degeneration entgegen, aber zu einer Zeit, wo eben das Ei aus dem Follikel auszutreten im Begriffe ist. Gegenbaur[1] anerkennt das Vorhandensein von Epithelzellen in Follikeln, wo die Eier der Reife nahe sind, indem er sagt: „Die Form der Epithelzellen besteht nämlich bis zur völligen Reife der Eier nicht gleichmässig fort, und Eier, die der Reife nahe sind, besitzen im Follikelepithele keine langgezogenen Cylinderzellen mehr, sondern solche, die entschieden kürzer und gedrungener gestaltet sind . . . . Nach dem Austritte eines Eies bemerkt man auch im Calyx jedesmal die Reste des Epithels als eine weissliche, rahmähnliche Masse, deren Elementartheile wieder den oberwähnten ähnliche Körnchenhaufen sind." Auch Waldeyer[2] gibt an, dass nach Ausstossung des Eies der Innenfläche des Calyx die Follikelepithelzellen aufsitzen und er wendet sich gegen His, der angibt, dass im Calyx keine Epithelzellen mehr angetroffen würden. Auch Cramer[3] sagt dasselbe aus.

Da nun, wie aus dem Gemeldeten hervorgeht, die Follikelepithelzellen bis zur Zeit der Reife des Eies vorhanden sind, so können auch die früher erwähnten Nahrungswege länger bestehen, als Eimer angibt.

Früher wurden Angaben über die Dotterbildung gemacht und es frägt sich, ob dieselben im Einklange mit den bestehen-

---

[1] L. c. S. 524.

[2] L. c. S. 61.

[3] L. c.

den Ansichten sind oder nicht. Um diese Frage zu erörtern, wird es vielleicht nicht unzweckmässig sein, den Vorgang der Dotterbildung, wie er von mir gefunden wurde, nochmals kurz anzugeben. Der Zellleib des eben von einem Follikel eingehüllten Eies besteht aus einem lockeren Maschennetze, in dessen Balken die feinsten Körnchen eingestreut sind; mit dem Wachsthum der Zelle kommt es zu einer massenhaften Vermehrung jener feinsten Körner und das Netz wird engmaschig. Die Vermehrung der Körner wird eine solch grosse, dass das Plasmanetz kaum sichtbar ist. Die mehr im Innern liegenden Körner beginnen zu wachsen und wandeln sich zu Dotterkugeln um. Dieser Vorgang, der gleichzeitig von einem Grösserwerden der Lücken des Netzes begleitet ist, schreitet vom Innern der Zelle gegen dessen Umfang vor, ohne ihn zu erreichen. Auf diese Weise grenzt sich eine engmaschige, mit feinsten Körnchen versehene (ursprüngliche) Protoplasmamasse, die die eben besprochenen Veränderungen nicht eingegangen, gegen eine centrale Masse, welche in Dotter ungebildet ist, ab. Aus dieser Rindensubstanz entstehen fort und fort durch Anwachsen der körnchenartigen Elemente Dotterkugeln, welche sich entsprechend, ihrem Entstehen, in concentrischen Schichten um die central gelegene Dottermasse als Rindendotterschichten anlegen. Die Herkunft der Dotterkugeln des centralen, wie des Rindendotters ist schliesslich die gleiche; bei beiden geht die Entwickelung aus den im Plasmanetze vorhandenen feinsten Körnern (elementaren Dotterkugeln) vor sich. Die ersten dieser sind schon im Zellleibe der jüngsten Zustände der Eizelle vorhanden und ihre weitere Vermehrung kann nur durch Theilungsvorgänge, die sie eingehen müssen, erfolgen, da eine Einwanderung von aussen bestimmt nicht stattfindet. (Von aussen findet vermittelst der Fortsätze der Zellen der Membrana granulosa, welche erstere die Zona radiata darstellen, wahrscheinlich nur ein Eindringen nährender Stoffe, die die Zelle zu Wachsthum und Aufbau ihrer Theile benöthiget, statt.) Die gebildeten Dotterkugeln stellen den weissen Dotter her, aus welchem der gelbe durch Umwandlung der weissen Kugeln erfolgt. (Es ist sehr wahrscheinlich, dass der central gelegene Dotter als weisser bestehen bleibt und die Latebra des fertigen Eies darstellt, während der aus der Rinde entstandene Dotter

die Umbildung in gelben Dotter eingeht, welcher die Latebra in concentrischen Schichtungen umgibt. Demzufolge zeigt das fertige Ei noch ganz deutlich die stattgehabten Vorgänge seiner Entwickelung). Hat die Eizelle den Reifezustand erreicht, oder nähert sie sich demselben, so hört die Bildung der concentrischen Schichten auf und die körnigen Elemente der Rindenschichte vermehren sich, wachsen zu Dotterkugeln heran, die aber keine Umbildung, mit Ausnahme der inneren Antheile, in gelben Dotter eingehen, so dass der gelbe Dotter des fertigen Eies von einer weissen Dotterschichte überzogen ist, die gleichsam eine bleibende sich nicht mehr ändernde Rindenschichte (wie sie ja immer bestand) darstellt.

Nach Gegenbaur [1] ist der Zellleib ursprünglich homogen, „zeigt aber sehr bald Trübungen, indem die Ablagerung feiner Molekel auftritt.“ Diese stark lichtbrechenden Molekel-Dotterkörnchen wachsen zu grösseren Körnchen aus und diese zu bläschenähnlichen Gebilden. Die Bildung des Dotters beginnt im Innern und schreitet von da nach dem Umfange der Zelle zu. Hier beginnt dann nach innen zu die Umwandlung des weissen Dotters in gelben Dotter. „Dabei [2] vergrössert sich der gesammte Dotter und um das Keimbläschen herum findet eine fortlaufende Neubildung der jüngeren Formen statt, die da, wo sie an die schon gebildete gelbe Dotterschichte grenzen, immer wieder in den Umwandlungsprocess eingehen. Aus diesem Vorgange erklärt sich zugleich der Bau des reifen Dotters.“ Zwischen Gegenbaur's Befund und dem meinen ergeben sich Unterschiede, die darin bestehen, dass nach Gegenbaur der Zellleib ursprünglich homogen ist, in welchem dann die Ablagerung feinster Molekel stattfindet, während oben gezeigt wurde, dass schon in den jüngsten Zuständen das Plasmanetz feinst gekörnt ist. In dem Heranwachsen dieser Körner zu Dotterkugeln aber sind die Ansichten übereinstimmend, während in der weiteren Bildung des Dotters sie wieder gegensätzlich werden. Während weiterer Dotter nach meinem Befunde aus der entstandenen Rindenschichte hervorgeht, lässt Gegenbaur um das Keimbläschen

---

[1] L. c. 503.
[2] L. c. 508.

herum fort und fort neue Dotterelemente entstehen und erklärt aus diesem Vorgange zugleich den Bau des reifen Dotters. Dementsprechend wären die peripheren Schichten des Dotters die ältesten, die innern die jüngsten; es ist aber, wie aus obigem hervorgeht, gerade das Umgekehrte der Fall.

Die Ansicht von Eimer[1] über die Bildung des Dotters bei Reptilieneiern nähert sich vielmehr meinem Befunde. Wie Gegenbaur, lässt auch er den ersten Dotter im Innern entstehen und nach dem Umfang fortschreiten, aber bevor dieser erreicht wird, hört die Umwandlung des ursprünglichen Eiinhaltes auf, so dass ein peripherer Theil des ursprünglichen Eiinhaltes als Rindenschichte übrig bleibt. Dann aber wird „die ganze Rindenschicht in allen ihren Theilen ziemlich gleichzeitig von der Umwandlung in Dotter ergriffen, so dass mit einem Male durch ihre ganze Breite hindurch an Grösse nicht allzu verschiedene Dotterelemente auftreten.[2] Mit Ausnahme dieser letzteren Angabe würde sich eine ziemlich weite Übereinstimmung mit meinen Befunden ergeben. Gegenbaur fand bei dem Wendehals und Eimer bei den Reptilien aber auch noch eine andere Art der Dotterbildung, die neben der erwähnten einhergeht. Vom Dotterkerne aus, den Gegenbaur bei dem Wendehals constant antraf, und der nach Eimer auch bei dem Reptilien gefunden wird, fände eine zweite Dotterbildung statt, die neben der ersten einhergeht. Diese Art der Dotterbildung wird von beiden Autoren nicht übereinstimmend geschildert. Nach meinen Untersuchungen über den Dotterkern beim Hühnchenei hat der Dotterkern mit einer Dotterbildung nichts zu schaffen; seine Bedeutung wurde früher erörtert.

Waldeyer[3], der das reife meroblastische Ei als Zelle annimmt, unterschied in seinem Buche „Eierstock und Ei“, wie His einen Hauptdotter und Nebendotter. Der erstere ist das ursprüngliche Zellprotoplasma des Eies, über dessen Wachsthum, Quellung seiner Körner, Eintreten von Granulosazellen, Aufnahme von Blut-

---

[1] L. c. 221.

[2] L. c. S. 223.

[3] Archiv für mikr. Anatomie. 31. Band. S. 387. Notiz in der Abhandlung von Nagel: Das menschliche Ei.

bestandtheilen sich keine sichere Entscheidung geben lasse. Der Nebendotter wäre ein Erzeugniss des Follikelepithels, indem die „Bestandtheile des Protoplasma der Granulosa direct durch körnigen Zerfall und nachherige Aufquellung in die weisse Dottermasse übergehen.“ [1]

Später ändere sich die Bildung des Nebendotters einigermassen, indem sich das Protoplasma des Follikelepithels an seinem innern Ende in die Zona radiata umwandle, die aber fortwährend wieder körnig zerfalle und zunächst die Molekularschicht des Nebendotters bilde. Insoferne Waldeyer eine centrale und auch periphere Entstehung des Dotters annimmt, kann ich seinen 1870 gemachten Angaben beistimmen, nicht aber der näheren Art der Bildung des Dotters.

Hinsichtlich der Angaben von His [2] sei nur erwähnt, dass ich ein Hineinwandern der Granulosazellen in den Hauptdotter niemals gefunden habe, und dass die Eizelle von aussen überhaupt nichts als ernährende, flüssige Stoffe, auf dem Wege der Zona radiata erhält, so dass sie stets die Eigenthümlichkeit einer Zelle bewahrt.

In der Ansicht über die Dotterbildung schliesst sich Cramer [3] der Ansicht von Gegenbaur an und es gilt hiefür das an betreffender Stelle erwähnte.

Auch Van Beneden [4] kommt in seinen Anschauungen über diesen Gegenstand denen Gegenbaur's ziemlich gleich, nur hatte er schon in den jüngsten Zuständen der Eizelle in ihrem Protoplasma glänzende Körner gesehen, die zu Dotterkugeln heranwachsen.

Die Art und Weise der Dotterbildung, wie sie Sarasin [5] beim Reptilienei gefunden, konnte beim Vogelei nicht gefunden werden; besonders war es nicht gelungen, den „Herd der Dotterbildung“ zu finden.

---

[1] Eierstock und Ei. S. 63.

[2] Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

[3] L. c.

[4] L. c. S. 203—206.

[5] Reifung und Furchung des Reptilieneies. Arbeiten aus den zoologisch-zootomischen Institute in Würzburg. 6. Band. Wiesbaden 1883. S. 159.

c) Veränderungen an der Tunica adventitia und Zona radiata.

Die Bildung der Tunica adventitia (Dotterhaut der Autoren) wurde früher besprochen und ihre Abstammung vom Stroma ovarii hervorgehoben; entsprechend dieser Abstammung könnte man sie ganz gut auch zum Follikel rechnen, dessen Theile alle aus dem Stroma hervorgegangen sind; da sie aber in innige Beziehung zur Eizelle tritt, und mit ihr aus dem Follikel austritt, so kann man sie als mehr zur Eizelle gehörig auffassen.

Die Veränderungen, die sie abgesehen von ihrem Wachsthum eingeht, sind sehr geringfügige; einmal angelegt, so ändert sich ihr Aussehen und Verhalten fast gar nicht, abgesehen davon, dass sie mit ihrem Wachsthum auch dicker wird. Wenn die Zellen der Membrana granulosa ihre Fortsätze in's Ei zur Bildung der Zona radiata aussenden, so wird sie selbstverständlich von diesen durchsetzt, und denkt man sich diese Fortsätze entfernt, so würde sie eine Haut darstellen, die mit unendlich vielen feinsten Lücken versehen ist.

Die Bildung der Zona radiata, ihre Abstammung von den Zellen der Membrana granulosa, ihre Lage, ihr Bau u. s. w., dies alles wurde im vorhergehenden Abschnitte eingehend erörtert. Hier wäre vielleicht die richtige Gelegenheit zu erwähnen, dass Retzius[1] beim Kanincheneierstock gefunden hat, dass bei den kleinen, unentwickelten Thieren, die flachen Follikelzellen den Eiern dicht anliegen. „Wenn die Eier sich weiter entwickeln, werden die Follikelzellen auch dicker, werden cylindrisch und schicken allmählich verzweigte Fortsätze nach innen, nach dem Ei hin. Hiedurch entsteht ein verwickeltes Netzwerk um das Ei herum. . . . Dieses Strickwerk vermehrt sich immer mehr rings um das Ei und consolidirt sich allmählich in der innern Zone. Es ist dies die Zona pellucida. . . . An der fertigen Zona pellucida consolidirt sich auch die äussere Partie und ihre Aussenfläche

[1] Die Intercellularbrücken des Eierstockeies und der Follikelzellen, sowie über die Entwickelung der Zona pellucida. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 3. Versammlung in Berlin. Jena 1889. S. 10.

wird so ziemlich eben etc." Retzius erwähnt weiters, dass man in der ausgebildeten Zona pellucida die längst bekannte Streifung erkennt, die Flemming 1882 beim Kaninchen und der Maus genau beschrieben hat. Flemming ist geneigt, die Streifung für geformte Intercellularstructuren zu halten, „also Brücken, welche aus der Substanz der Eizelle in die Follikelepithelzellen hinüberreichen." Es wären also Protoplasmaverbindungen der Eizellen mit ihren Nachbarzellen. Retzius fand nach Osmiumbehandlung und Fuchsinfärbung diese Darstellung Flemming's vollständig bestätigt.

Da die Zona radiata bei den Vögeln nichts anderes ist, als eine Unzahl von Fortsätzen der Follikelepithelzellen, die durch die Tunica adventitia hindurch in das Ei treten und sich dort mit dem Plasmanetze verbinden, so hindert gar nichts, die Zona radiata des Vogeleies der Zona pellucida des Säugethiereies gleichzusetzen und es erscheint mir sehr passend, dem Vorgange Retziu's und Flemming's folgend, die Zona radiata als Intercellularbrücken zwischen Ei und Follikelzellen aufzufassen. Eimer [1] erwähnt schon, dass die Zona radiata des Hühnereies und die Zona pellucida der übrigen Wirbelthiere wahrscheinlich identisch sind. Die Intercellularbrücken zwischen Ei und Follikelzellen und solche zwischen letzteren hat auch Paladino [2], wie er selbst angibt, in: „Ulteriori ricerche sulla distruzione e sul rinnovamento continuo del parenchima ovarico" [3] beschrieben, welche Arbeit mir nicht zugänglich war.

Dass mit dem Grösserwerden der Eier die Zona radiata schmäler wird, wird von Waldeyer angegeben und von Eimer [4] bestätiget. Eimer lässt sie mit der Zeit ganz schwinden; es ist aber nicht richtig, wenn Eimer angibt, dass Waldeyer dasselbe annimmt; denn Waldeyer sagt von ihr Seite 62 (l. c.), dass sie bis auf ihre alleräusserste ganz dünne Schichte schwindet. „Diese äusserste basale Schichte ist dann die eigentliche Dotterhaut."

---

[1] L. c. S. 416.
[2] Anatom. Anzeiger 1890. Nr. 9. S. 254.
[3] Napoli 1887.
[4] L. c. S. 476.

Die Angabe, dass die Zona radiata später schmäler wird, ist richtig; es wäre aber richtiger gesprochen, wenn man sagen würde, dass die Verschmälerung mit dem Nähern des Reifezustandes der Eizelle auftritt, anstatt zu sagen, dass diese Erscheinung das Grösserwerden des Eies begleitet; denn in einem bestimmten Entwickelungszeitabschnitte des Eies wird die Zona mit dessen Wachsthum sogar breiter.

An nahezu reifen Eiern ist die Breite der Zona auf 4·3 μ herabgesunken (Abbildung 10 *Zr*) und die schöne Anordnung der Fäden geht verloren; es tritt eine Art Verfilzung der Fäden ein; die Zona radiata hat ihre Rolle als Nahrungsweg ausgespielt. Als solch ein Faserfilz bleibt sie an der Innenfläche der Tunica adventitia liegen, mit der Tunica adventitia eine Umhüllung der Eizelle darstellend, welche beide mit ihr aus dem Follikel austreten. Die Haut, die den Dotter des gelegten Eies umgibt, besteht aus zwei Lagen, der Tunica adventitia und dem Reste der Zona radiata. Kölliker[1] sagt, dass die „Dotterhaut" des gelegten Eies „in manchen Fällen auf dem optischen Querschnitte zwei Lagen zeigt, eine äussere faserige und eine innere punktirte. Cramer[2] sagt ähnliches; ja derselbe erwähnt, dass sie aus der radiar gestreiften cuticula von His (Zona radiata) entstehe; er hat den Übergang beider Gebilde ineinander schrittweise verfolgt. In der zweiten Auflage des Grundrisses der Entwickelungsgeschichte[3] sagt Kölliker nichts von einem Bestande aus zwei Schichten sondern nur: „Die Tunica adventitia, bisher Dotterhaut genannt, ist eine 7 μ dicke, zarte Haut, die aus feinen, netzförmig verbundenen Fäserchen besteht (Fromman)." Fromman[4], dessen Arbeit ich nur aus einem Referate des Jahresberichtes für Anatomie und Physiologie (7. Band) kenne, beschreibt sie zusammengesetzt 1. aus äusserst feinen und kurzen Fäserchen, die zu einem Netzwerk verbunden sind und 2. aus derberen, bald mehr gerade, bald geschlängelt verlaufenden

---

[1] Entwickelungsgeschichte der Menschen und der Wirbelthiere. Leipzig 1879. S. 45.

[2] L. c. S. 140.

[3] Leipzig, 1884. S. 15.

[4] Über die Structur der Dotterhaut des Hühnerei's. Sitzungsberichte der Jena'schen Gesellschaft für Med. und Naturwissensch. 1. Nov. 1878.

Fasern, die ein zweites gröberes Netz bilden. Die erste Schichte von Fromman ist nichts anderes als der Rest der Zona radiata, die zweite die Tunica adventitia.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle alle Meinungen der Autoren über die Herkunft und Bedeutung der „Dotterhaut" anzuführen und mit meinem Befunde zu vergleichen; es mag nur erwähnt werden, dass z. B. Cramer, Waldeyer die Bildung derselben aus der Zona radiata geradezu verfolgten, welche aber, wie oben gezeigt wurde, nur den inneren Antheil der „Dotterhaut" des gelegten und auch reifen Eies darstellt. Dass die „Dotterhaut", welche ihrer doppelten Entstehung nach zweischichtig sein muss, gelegentlich als einschichtig beschrieben wird, scheint davon herzurühren, dass der aus der Zona radiata entstandene Faserfilz manchmal nur eine äusserst dünne Schichte bildet, die leicht übersehen werden kann.

Es ergibt sich, dass die „Dotterhaut" des reifen oder gelegten Eies aus zwei Theilen der Tunica adventitia und dem Faserfilz der Zona radiata zusammengesetzt ist. Die erste wird vom Stroma ovarii geliefert, schon zu einer Zeit, wo die Eizelle vom Eineste losgelöst wird, die zweite bildet sich zur Zeit der Reife des Eies aus der functionslos gewordenen Zona radiata, welche von den Fortsätzen der Zellen der Membrana granulosa erzeugt wurde. Beide Theile sind also bindegewebiger Abkunft.

Besonders hervorzuheben ist, dass die Zona radiata im Bereiche des Keimbläschens vollständig schwindet, und da es auch zum Schwinden der Keimbläschenmembran gekommen, so liegt die Keimbläschensubstanz unmittelbar der Tunica adventitia an. (Abbildung 10.) Es wurde früher gezeigt, dass die Fäden der Zona radiata durch die Tunica adventitia durchtreten; geht sie zu Grunde, was, wie oben erwähnt, im Bereiche des Keimbläschens der Fall ist, so muss die Tunica adventitia an diesem Orte mit einem System der feinsten Lücken (den gewesenen Durchtrittsstellen der Fäden der Zona radiata) versehen sein; mittelst dieser Lücken, die sich gerade über dem Keimbläschen befinden, ist aber bei dem Mangel einer Mikropyle die Möglichkeit des Eindringens der Samenfäden, welche dann unmittelbar das Keimbläschen erreichen, gegeben.

Bei dem Mangel einer Mikropyle ist das gerade im Bereiche des Keimbläschens auftretende völlige Verschwinden der mit ihren Fäden die Tunica adventitia durchsetzenden Zona radiata ein zu auffälliger Befund, um nicht für die Erklärung der Art des Eindringens der Samenfäden herangezogen zu werden. Und in der That, nach diesem Befunde ist es schwer, eine andere Erklärungsweise zu finden.

2. Veränderungen am Follikel.

a) Membrana granulosa und Membrana propria.

Die Entstehung der Membrana granulosa wurde Seite 324 erwähnt. Es wurde angegeben, dass die Spindelzellen des Stroma ovarii in Form eines Kranzes sich um die Tunica adventitia lagern und dass sich unter ihnen auch noch solche finden, welche an fadenartigen Ausläufern der Tunica adventitia hängen und mit Fäden des Stroma ovarii ausserhalb der Zellenreihe der Membrana granulosa in Verbindung sind. Es wurde ferners erwähnt, dass die Fasern des Stroma ovarii mit ihren Spindelkernen, die sich sehr bald abplatten und klein werden, um die Membrana granulosa herum wachsen und die Membrana propria (Waldeyer's) darstellen. Das weitere Stroma, nach aussen an der letzteren liegend, bildet die weitere bindegewebige Wandung des Follikels.

Die Zellen der Membrana granulosa, die keineswegs epithelialer, sondern bindegewebiger Abkunft[1] sind, liegen um die Tunica adventitia anfangs ganz unregelmässig und zeigen deutlich die Spindelform. Bald aber verlieren sie dieselbe und stellen platte oder cubische Zellen dar, die in einer Reihe liegen; sie werden grösser und nehmen Cylinderform an, so dass sie ganz das Aussehen epithelialer Zellen erlangen. Schon in diesem Zustande der Membrana granulosa ist zu bemerken, wie einzelne Zellen einen dunkleren Protoplasmaleib besitzen (deren Kern undeutlich wird), was im Laufe der Entwickelung immer mehr sich hervorhebt; endlich werden diese Zellen ganz dunkel und

[1] Auch His hält sie (l. c. S. 35) für nichts anderes als eine Schichte von Bindegewebszellen.

vom Kerne ist fast nichts zu sehen. Dass diese dunklen Zellen, welche zwischen die hellen Zellen eingeschoben erscheinen, nicht denselben Wert, wie letztere besitzen können, ist anzunehmen und deswegen mögen sie als Stützzellen den anderen, die als Nährzellen anzusehen sind, gegenübergestellt werden. (Abbildung 11 *St*, St_1.)

Fast von allen Autoren wird angegeben, dass das „Follikelepithel“ beim Vogel einschichtig ist und auch bleibt. Dies ist vollständig unrichtig. An beiläufig 0·3 *mm* grossen Follikeln kann man die Mehrschichtigkeit schon ganz deutlich sehen. Abbildung 11 zeigt das mehrschichtige „Epithel“ an einem 4 *mm* grossen Ei. Die neuen Zellen sind durch Theilungen der alten entstanden und man hat hinreichende Gelegenheit, karyokinetische Zustände der letzteren zu beobachten. Allgemein wird angenommen, dass das „Epithel“ mit dem Grösserwerden der Eier an Höhe zunehme, um dann später wieder abzunehmen. Die Beobachtung, dass der Kranz der Zellen der Membrana granulosa dicker, beziehungsweise höher wird und dann wieder niedriger, ist eine ganz richtige Beobachtung; dies wird aber nicht bedingt durch ein Höhenwachsthum der Zellen, sondern dadurch, dass die Zellen mehrschichtig werden, während das spätere Niedrigerwerden zum Theil seinen Grund in der Abplattung der Zellen, zum Theile aber auch in den rückläufigen Vorgängen, die sich in den Zellen, zur Zeit der Reife namentlich, abspielen, findet.

Ist die Granulosa mehrschichtig geworden,[1] so findet man alle möglichen Formen der Zellen, cubische, polyedrische, cylindrische. Immer aber sind die dunklen Stützzellen von den Nährzellen deutlich zu unterscheiden. Die Stützzellen waren schon vorhanden, als die Granulosa noch aus einer Zellreihe bestand. (Abbildung 2.) Mit dem Wachsen des Umfanges des Eies werden natürlich auch mehr Stützzellen auftreten müssen und ihre Bildung geht in der Weise vor sich, dass neu entstandene oder alte Nährzellen einen dunklen Protoplasmaleib bekommen und der Kern immer mehr der Beobachtung sich entzieht. (Abbildung 11, die etwas rechts von der Mitte liegende Cylinderzelle.)

---

[1] Die Abbildung, die Duval in dem eben erschienenen „Atlas d'Embryologie“, Paris 1890, gibt, ist vollständig gefehlt.

Die in Stützzellen sich umwandelnden Nährzellen können ausser der Cylinderform auch Sternform annehmen, wie zwei solche zusammenhängende auf der linken Seite der Abbildung 11 zu sehen sind.

Dass die Nährzellen die Zona radiata durch Entsendung von feinsten Fortsätzen durch die Tunica adventitia erzeugen, wurde früher eingehend erörtert.

Die Stützzellen haften fest an der Tunica adventitia einerseits und an der Membrana propria andererseits; bei Ablösungen der Follikelwand von der Granulosa (Abbildung 11) kann man gelegentlich wahrnehmen, wie Theile der Membrana propria an den Stützzellen hängen bleiben, so dass es den Eindruck macht, als wäre die Membrana propria eine cuticulare Bildung dieser Zellen; die Entwicklungsgeschichte derselben aber lehrt, dass dies nicht der Fall ist. Auffällig ist, dass in der Gegend des Keimbläschens in der Granulosa sehr wenige (nur hie und da eine) Stützzellen angetroffen werden. Je mehr sich das Ei der Reife nähert, umsomehr gehen die Zellen der Granulosa Umänderungen ein; sie werden niedriger, die Grenzen zwischen den Nährzellen werden undeutlich; desgleichen ihr Zellleib, der getrübt wird — Veränderungen, die genugsam beobachtet wurden. Die Stützzellen schrumpfen.

Ein Befund aber, der Beachtung verdient und der so viel ich erfahren konnte, bisher nicht beobachtet wurde, ist der, dass die destructiven Vorgänge an der Granulosa im Bereiche des Keimbläschens sehr spät und in geringerem Grade auftreten, als in den übrigen Antheilen. In Abbildung 9 ist das helle Aussehen der Granulosazellen im Vergleiche zu den anderen schon dunkler gewordenen Zellen deutlich zu sehen, wie auch, dass die Abplattung derselben eine geringere zu nennen ist. Die hellen Zellen oberhalb des Keimbläschens sind auch an Abbildung 10 zu erkennen. Dass diese Zellen den Verfallsvorgang erst spät eingehen, hängt wohl mit der Ernährung des so wichtigen Gebildes, als das Keimbläschen ist, unmittelbar zusammen.

Hier noch einige Masse über die Höhen der Granulosa bei verschiedenen Eiern.

Grösse der Eier: 0·045 *mm*, 0·116 *mm*, 0·292 *mm*, 0·5 *mm*, 2 *mm*, 4 *mm*, 40 *mm*;

Höhe der Granulosa: 0·009 *mm*, 0·008 *mm*, 0·12 *mm*, 0·13 *mm*, 0·23 *mm*, 0·21 *mm*, 0·01 *mm*;

Anlangend die Membrana propria, so geht dieselbe keine nennenswerthen Veränderungen ein, ausser der, dass die dunkelgewordenen, abgeplatteten Kerne meist ganz zum Schwinden kommen, so dass sie auf Durchschnitten wie eine gleichlaufende dunkle Linie erscheint.

Von Literaturangaben wären hinsichtlich der Granulosa eine von Brunn[1] gemachte besonders hervorzuheben. Er sagt: „Untersucht man im Frühling den Eierstock eines Vogels, so findet man das Epithel verschieden gleich grosser Follikel von ganz verschiedenem Aussehen. Bei dem einen ist es regelmässig, alle Zellen gleich gross, gleichmässig granulirt, je nach der geringeren oder bedeutenderen Grösse des Follikels, wie bekannt, platt, cubisch oder cylindrisch, in der Reife nahen Follikeln wieder niedriger, in der Flächenansicht stets eine niedrige Mosaik darstellend. In anderen, die geringere Menge ausmachenden, erscheinen dagegen in der Flächenansicht zwischen den gewöhnlichen Zellen zierlich sternförmig gestaltete, die bald von einander getrennt sind, wo ihre Menge eine relativ geringe ist, bald, wo sie häufiger sind, mit einander anastomosiren. Grösste Durchschnitte solcher Follikel lassen erkennen, dass diese Sternzellen meist, aber nicht immer, schmäler sind, als die regelmässigen polyedrischen Zellen und dass sie an Höhe meist die letzteren übertreffen, auch über denselben, zwischen ihnen und dem Dotter sich mit einander verbinden, jene von der Berührung mit diesem ausschliessend etc." Er hält sie für modificirte Epithelzellen und „diese Veränderung des Epithels sei das erste Zeichen der Rückbildung, da sich solche Zellformen in den zweifellos in regressiver Metamorphose begriffenen Follikeln vorfinden." Obwohl Brunn selbst erwähnt, dass diese Annahme auf nicht unbedeutende Schwierigkeiten stösst, kommt er aber in Folge bestimmter Schlüsse doch zur Aufrechthaltung dieser Annahme.

---

[1] „Die Rückbildung nicht ausgestossener Eier bei den Vögeln" in den Beiträgen zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für Henle. Bonn 1882. S. 4.

Die Sternzellen Brunn's sind die Stützzellen, wie sie auf Abbildung 11 zu sehen sind und stimmen mit denen auf den Abbildungen 7 und 8 von Brunn gezeichneten überein. Da ich immer und immer an völlig regelmässigen, in keinerlei Hinsicht dem Verfalle anheimgegebenen Follikeln diese Zellen vorfand, so kann ich mich der Anschauung Brunn's über ihre Werthstellung nicht anschliessen, sondern halte sie, wie angegeben, für Stützzellen. Dass sie auch in rückläufiger Metamorphose begriffenen Follikeln angetroffen werden, kann daran wohl nicht viel ändern. Brunn hat das Verdienst, auf die verschiedenen Zellformen der Granulosa zuerst aufmerksam gemacht zu haben.

Die Bildung der Membrana propria, ihr stetes Vorhandensein, findet man bei Brunn richtig angegeben; ihr Dasein wird auch von Cramer,[1] Waldeyer,[2] van Beneden[3] behauptet. Wenn aber Brunn angibt, dass sie eine cuticulare Bildung der Granulosa sei, so kann ich nach dem bereits erörterten nicht beistimmen, denn ihr Entstehen aus dem Stroma ovarii ist zu deutlich nachzuweisen. Dass die Kerne derselben platten, nicht spindelförmigen Zellen angehören, wie Brunn sehr richtig zeichnet, ist wahr; untersucht man aber einen früheren Zustand, so ist die Spindelform unschwer zu erkennen; und hiemit die Ableitung vom Stroma ovarii gegeben.

b) Follikelwand.

Über diese ist nicht viel zu sagen. Sie entsteht durch eine Verdichtung des um die Membrana propria gelegenen Stroma des Eierstockes. Indem in demselben aber auch Eizellen liegen, die erst später zur weiteren Entwickelung kommen, so geschieht es sehr häufig, dass solche in die Wand des Follikels zu liegen kommen, wie Abbildung 11 *E* zeigt. Sie kommen erst später, nach Ausstossung des Eies aus dem Follikel und Schrumpfung desselben, zur Entwickelung; man sieht aber nicht selten, dass sie ihre Entwickelung in der Wand des ein reifendes Ei bergenden Follikels antreten, und dann sitzt der Wand des Follikels ein anderer auf.

---

[1] L. c. S. 138.
[2] L. c. S. 61.
[3] L. c. S. 201.

Die Veränderungen, die die Wand eingeht, sind keine besonderen, ausser der, dass sie gegen die Zeit der Reifung sich verdünnt und dass schon sehr frühe die Stelle sich kennzeichnet, wo es zum Platzen der Follikel kommt, worüber van Beneden (l. c.) nähere Angaben liefert.

Methode der Untersuchung:

Alle Eierstöcke wurden der eben getödteten Henne entnommen. Die Fixation geschah entweder mit Chrom osmiumessigsäure oder $^1/_3$ Platinchlorid oder Kleinenberg'scher Flüssigkeit; Langsame Härtung in Alkohol. Färbung mit Boraxcarmin oder Hämatoxylin. Toluolbehandlung, Paraffineinbettung.

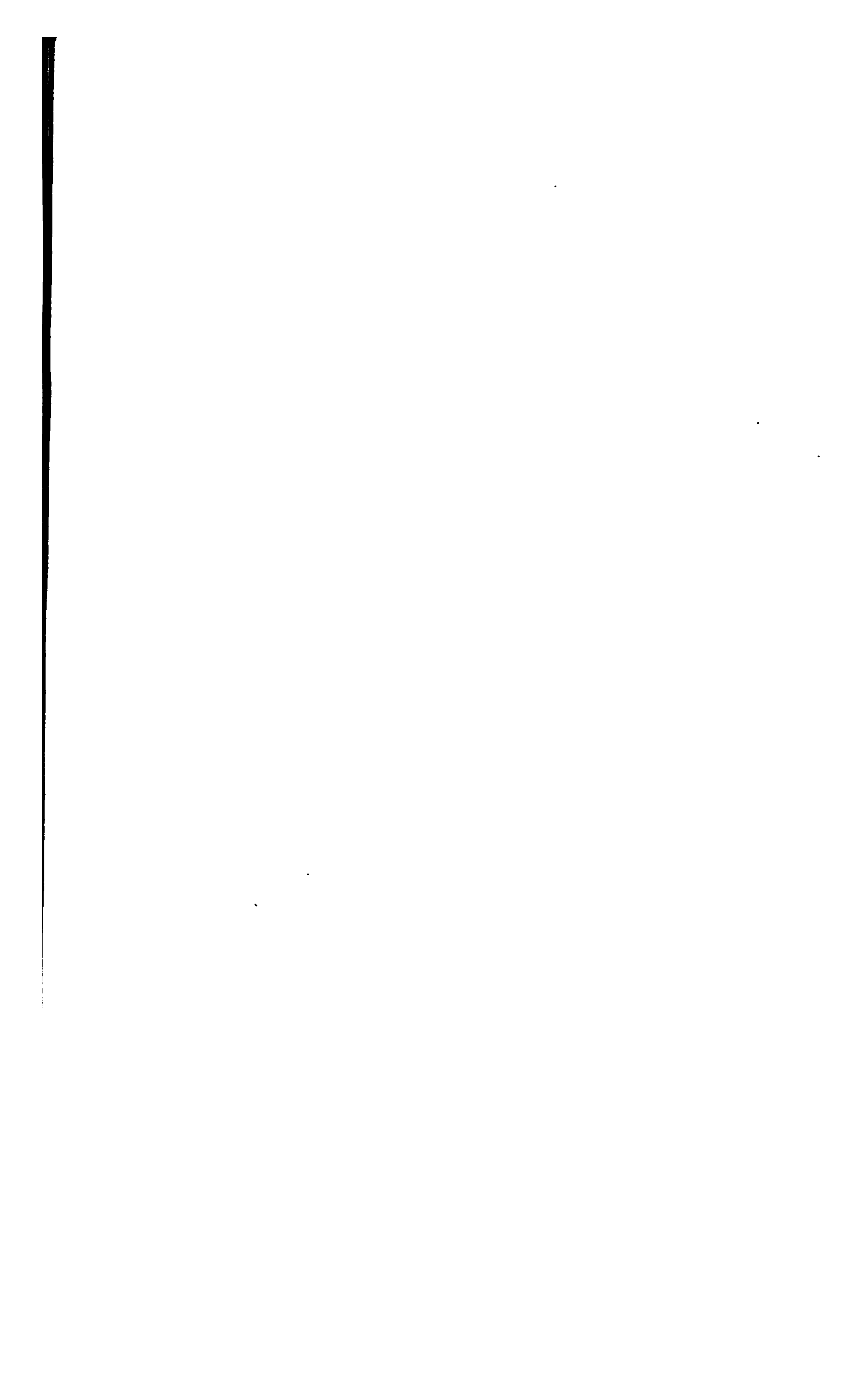
Bei mit Kleinenberg'scher Flüssigkeit behandelten Objecten erschien die chromatische Substanz des Kernes meist in Form von Krümmeln. Flemming's Gemisch und $^1/_3$ Platinchlorid (Angabe von Rabl) erhielt gut ihre Anordnungen. Die Beschreibung der Befunde fusst namentlich auf mit Flemming's Gemisch behandelten Objecten.

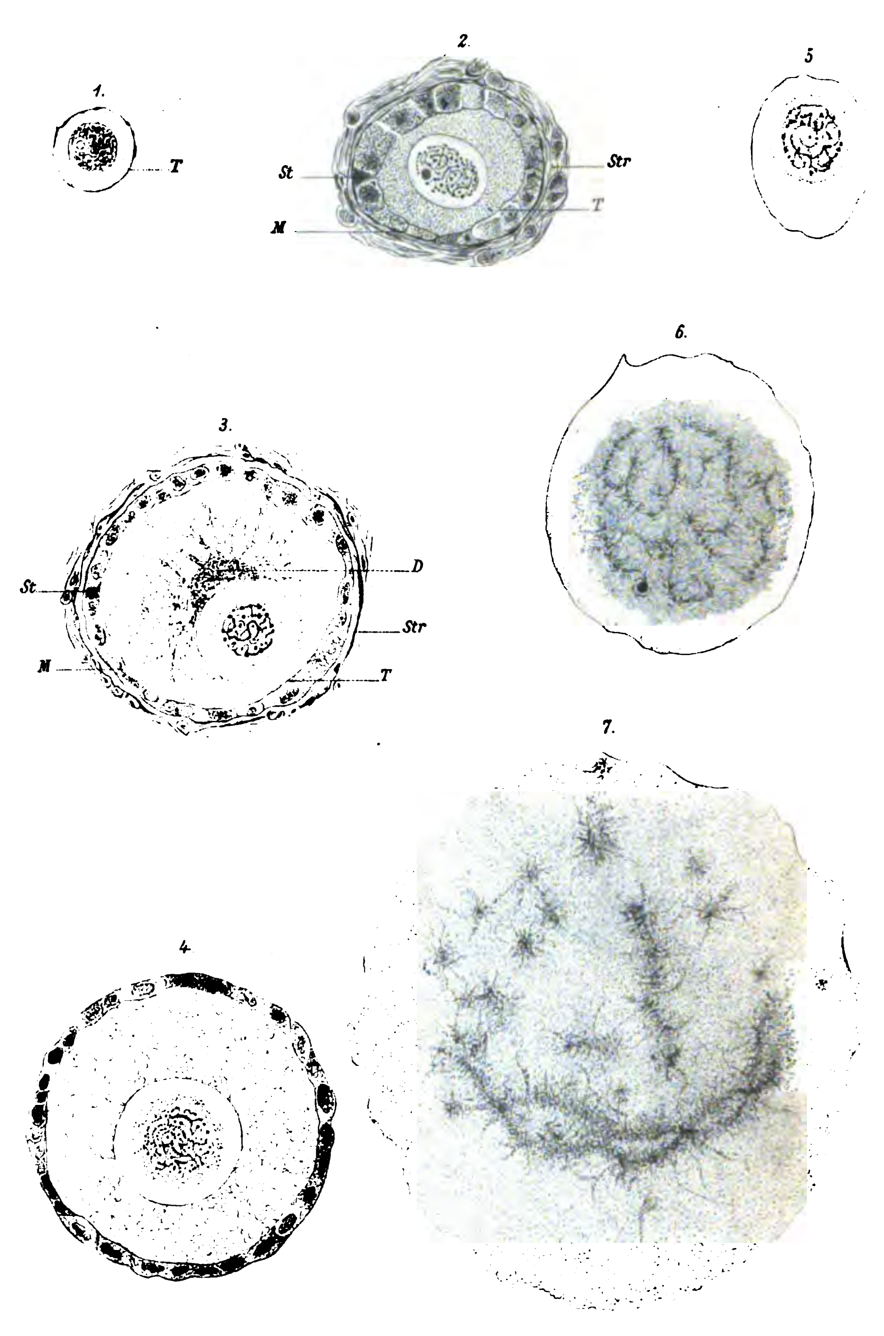
Erklärung der Abbildungen.

1. Eizelle (21·6 μ gross) sammt eben gebildeter Tunica adventitia T, an welcher noch Kernreste sichtbar sind, aus dem Eierstocke eines einige Tage alten Hühnchens. Flemming's Gemisch, Hämatoxylin. Zeiss Oc. 2, Obj. *F*.
2. Aus dem Eierstock eines jungen, noch nicht eierlegenden Hühnchens. Länge der Zelle 45 μ, Breite 36 μ; *T* Tunica adventitia, *M* Membrana propria, *St* Stützzelle der Membrana granulosa; die anderen sind Nährzellen (nicht mit Buchstaben bezeichnet). *Str* Stroma ovarii. Flemming's Gemisch, Boraxcarmin. Oc. 2, Obj. *F* Zeiss.
3. Eizelle, 60 μ in dem einen, 56 μ in dem anderen Durchmesser, aus dem Eierstocke eines jungen. eierlegenden Hühnchens. Zellschichte der Membrana granulosa 4·3 μ hoch. D Dotterkern, T Tunica adventitia, *M* Membrana propria, *St* Stützzelle, *Str* Stroma ovarri. Flemming's Gemisch, Hämatoxylin. Zeiss Oc. 3, Obj. *F*.
4. Eizelle (73·8 μ Durchmesser) aus dem Eierstock einer eierlegenden Henne. Flemming's Gemisch Hämatoxylin. Zeiss Oc. 2, Obj. *F*.
5. Kern einer 116 μ grossen Eizelle aus dem Eierstocke eines jungen Hühnchens. Flemming's Gemisch, Boraxcarmin, HCl-Alkohol Zeiss Oc. 2, Obj. *F*.

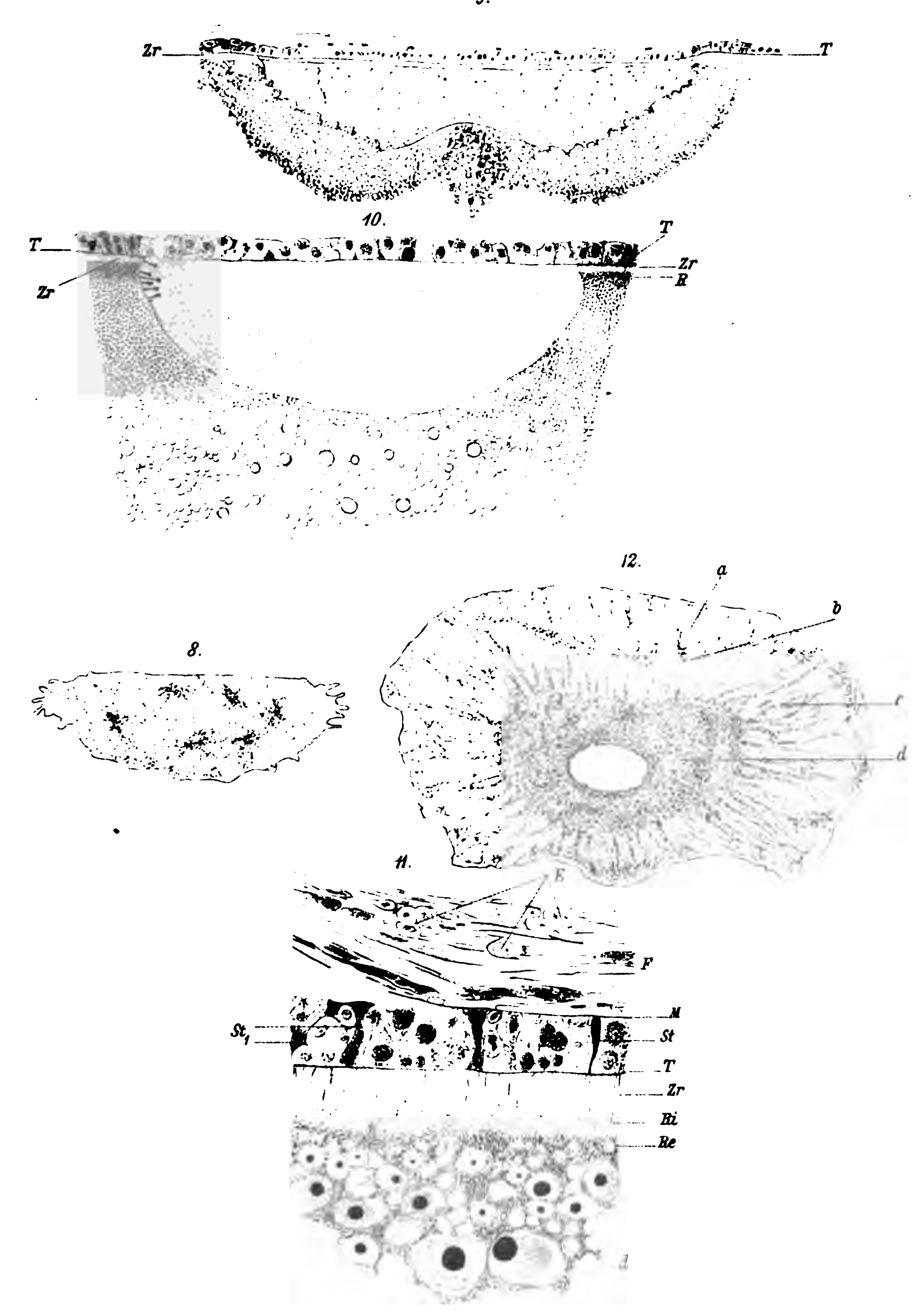
6. Kern einer 292 μ langen, 202 μ breiten Eizelle aus dem Eierstocke eines jungen Hühnchens; Flemming's Gemisch, Boraxcarmin, HCl-Alkohol. Zeiss Oc. 2, Obj. *F*.
7. Kern einer 585 μ langen, 491 μ breiten Eizelle aus dem Eierstocke eines jungen, noch nicht eierlegenden Hühnchens. In der Nähe des oberen Randes des Kernes das sich auflösende Kernkörperchen?). Flemming's Gemisch, Boraxcarmin, HCl-Alkohol. Zeiss 2·0 *mm* homogene Immersion. Apert 1·30. Compensationsocular 8.
8. Kern einer 620 μ langen, 334 μ breiten Eizelle aus dem Eierstocke eines eierlegenden Hühnchens. Kleinenberg's Flüssigkeit, Boraxcarmin. Zeiss Oc. 1, Obj. *F*.
9. Kern sammt einem Abschnitte des Dotters und Follikels eines beiläufig 30 *mm* grossen Follikels von dem Eierstocke eines eierlegenden Hühnchens. *Zr* Zona radiata, *T* Tunica adventitia. Kleinenberg's Flüssigkeit, Boraxcarmin. Zeiss Oc. 2, Obj. *D*.
10. Kern eines 40 *mm* langen, 35 *mm* breiten Follikeleies sammt angrenzendem Dotter und Membrana granulosa von dem Eierstock eines eierlegenden Hühnchens *Z* Zona radiata, *T* Tunica adventitia, *R* Rindenschichte des Dotters. Flemming's Gemisch, Boraxcarmin. Der Kern sammt Dotter wurde mit Zeiss Oc. 1, Obj. *D*, die Membrana granulosa und die im Kerne chromatischen 6 Stäbchen mit Oc. 1, Obj. *F* gezeichnet, nachdem letztere vorher mit homogener Immersion 2·0 *mm* (Zeiss) eingehend betrachtet wurden.
11. Theil eines 4 *mm* grossen Follikeleies eines jungen Hühnchens. *F* bindegewebige Follikelwand, mit in ihr liegenden Eizellen (*E*) jüngsten Zustandes. *M* Membrana propria, St St_1, Stützzellen, *T* Tunica adventitia, *Zr* Zona radiata, *Ri*, *Re*, innerer Theil, äusserer Theil der Rindenschichte des Dotters, *d* fertiger Dotter. Flemming's Gemisch, Hämatoxylin. Zeiss Oc. 2, Obj. *F*.
12. Eizelle (beiläufig 1 *mm* gross, 0·6 *mm* breit), aus dem Eierstocke eines eierlegenden Hühnchens. Der Kerninhalt wurde nicht gezeichnet. *a* ursprüngliches Eiprotoplasma, *b* Schichten des ersten, *c* Strahlen des den Kern ganz einhüllenden zweiten Dotterkernes (*d*). Näheres im Texte. $^1/_3$ % Platinchlorid, Cochenillealaun (Csokor). Zeiss Oc. 2, Obj. *B*.

Anmerkung. Die Maasse der Eizellen verstehen sich ausschliesslich der Membrana granulosa und wurden an den gehärteten Objecten abgenommen. Die Länge des Tubus betrug bei allen Messungen, und Abbildungen 160 *mm*.





Glettler stud. med. del.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Über Roux'sche Canäle in menschlichen Zähnen

von

Dr. Josef Schaffer,

Privatdocent und Assistent am histologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Ohne hier die offenbar bestehenden Beziehungen zwischen den von Bornet und Flahault[1] entdeckten, in thierischen Hartgebilden vorkommenden Algen und den von Roux[2] und mir[3] beschriebenen Bohrgängen[4] in fossilen Knochen näher zu erörtern, möchte ich hier kurz auf ein Object aufmerksam machen, welches in dieser jetzt viel discutirten Frage eine interessante Rolle zu spielen berechtigt sein dürfte.

Die durch die obigen Autoren bis jetzt bekannt gemachten Algenformen sind sämmtlich marinen Ursprungs[5]; aber schon das Vorkommen von Roux'schen Canälen in fossilen Knochen aus dem Laibacher Torfmoore[6] brachte mich auf den Gedanken, dass es noch ähnliche oder verwandte Süsswasserformen geben

---

[1] Bulletin de la Société botanique de France. X. S. 1889, I. XI Actes du congrès de Botanique tenu à Paris au mois d'août 1889.

[2] Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. 45. Bd. 1887.

[3] Diese Ber. 98. Bd., Abth. III, Juli 1889.

[4] Ich will die Bohrgänge in fossilen Knochen und Zähnen kurzweg Roux'sche Canäle nennen, weil Roux die erste genaue Beschreibung einer Form von solchen in den Rippen von Rhytina gab und ihnen auch entschieden einen pflanzlichen Ursprung vindicirte, wenn auch seine Deutung der Art des pflanzlichen Organismus nicht richtig war.

[5] Unterdessen hat E. Bachmann (Ber. d. deutschen botan. Gesellschaft VIII. Jahrg., H. 4, 1890) die interessante Thatsache mitgetheilt, dass die Hyphen einer Kalkflechte (Verrucaria calciseda) ebenfalls Gänge in den Kalk bohren.

[6] Schaffer l. c. S. 370.

müsse. Diese Vermuthung wurde zur Gewissheit, als ich in menschlichen Zähnen Roux'sche Canäle fand, welche mit den von Roux beschriebenen Formen grosse Ähnlichkeit hatten.

Zunächst kamen sie mir an einem in Lack eingeschlossenen Zahnschliffe von Prof. Wedl zu Gesicht, wo sie als „Pilzfäden im Cement“ bezeichnet waren. Kurze Zeit nachher theilte mir Dr. Smreker mit, an Zähnen, die lange Zeit in Wasser gelegen waren, dieselbe Beobachtung gemacht zu haben.

Durch die Güte des hiesigen Zahnarztes Dr. Klug gelangte ich in den Besitz mehrerer Exemplare solcher Zähne und ist Folgendes von denselben zu bemerken. Die Zähne sind tadellose Exemplare jugendlicher Individuen und sind lange Zeit in gewöhnlichem Wasser ohne Zusatz gelegen. An vielen derselben bemerkt man an der Wurzel bis zur Schmelzgrenze hinaufreichend grössere und kleinere bräunliche Flecken, in deren Bereich der normale Glanz des Cementüberzuges verloren gegangen ist. Bei Loupenvergrösserung erscheint hier die Zahnoberfläche wie arrodirt, rauh, flach grubig und die Ränder dieser Flecken unregelmässig zackig, buchtig, aber ziemlich scharf abgesetzt gegen die normalen Stellen. Fig. 1 und 2, Taf. 1, zeigen einen solchen Zahn von zwei verschiedenen Seiten.

Die Ausdehnung der Flecken ist verschieden; oft sind sie klein und vereinzelt, oft fliessen sie zu grösseren Flächen zusammen, ja es kann Wurzel und Hals fast ganz wie kreidig erscheinen.

Fertigt man sich dünne Schliffe durch solche Zähne an, so erkennt man bereits bei schwacher Vergrösserung, dass es sich hier um Roux'sche Canäle handelt, welche von der Pheripherie des Zahnes, sowohl von der äusseren, als auch, wie ich das an einem Schneidezahn mit weit offenem Wurzelcanal sah von der Pulpahöhle aus in das Dentin hineingegraben erscheinen.

Oberflächlich bilden diese Canäle und Gänge ein dichtes, filzartiges Geflechte, so dass nur dünne Scheidewände von Cement zwischen den einzelnen Canälen übrigbleiben, beziehungsweise das Cement ganz zerstört erscheint, was mikroskopisch in den kreideartigen glanzlosen Flecken seinen Ausdruck findet. Von diesem Lager erheben sich einzelne Gänge und ragen isolirt in das Dentin hinein, so dass hier ihre Form und Grösse leicht erkannt werden kann.

Sie stellen im Allgemeinen handschuhfingerförmige, wenig verzweigte, bald mehr gestreckte, bald gekrümmte, im ganzen sehr unregelmässige Canäle dar, deren Verlauf nicht die geringste Beziehung zu dem der Zahnbeinröhrchen zeigt, indem sie bald parallel mit denselben ziehen, bald dieselben senkrecht oder schräg durchsetzen.

Stellt man auf ihren optischen Längschnitt ein, so erscheinen ihre Contouren nicht parallel, sondern stellenweise unregelmässig buchtig erweitert, was an den blinden Enden am häufigsten der Fall ist. Daher ist ihr Dickendurchmesser ein wechselnder; als geringsten fand ich 3 μ, im Durchschnitte misst ihre Lichtung 7 μ. Die Erweiterungen im Verlaufe und an den blinden Enden können 9 bis 12 μ betragen. Manche blinde Enden erscheinen besonders verbreitert dadurch, dass in der Höhe der Endkuppe ein kurzer Seitenast abgeht, der wenig länger als breit ist, so dass das ganze Ende nicht unähnlich einem im Profil gesehenen Fusse erscheint. Diese Form kann besonders auffallend werden, wenn mehrere solche kurze Buchten einer Endkuppe aufsitzen; dann entstehen Formen, wie deren eine Fig. 6 darstellt.

Was ihre räumliche Ausdehnung an Querschliffen betrifft, so können sich dort, wo sie auch von der Pulpahöhle aus in das Zahnbein wuchern, die inneren und äusseren Lager erreichen und dann erscheint stellenweise ein ganzer Querschliffsector von den Canälen durchwuchert. Immer aber erscheinen sie oberflächlich in einer schmalen Zone am reichlichsten entwickelt.

An einzelnen Canälen konnte ich dort, wo sie frei und mit ziemlich geradlinigem Verlauf in das Dentin hineinragen, eine Länge von 0·24—0·36 *mm* constatiren. Ihre hauptsächlichsten Formen finden sich in den Fig. 3—9, Taf. 1, wiedergegeben.

In Fig. 3, Taf. 1, ist eine Gruppe dargestellt, welche an der Schmelzgrenze in das Dentin eines ersten Molaris hineingewuchert ist. Zwischen *a* und *b* war das Cement zerstört, das heisst so porosirt, dass es beim Schleifen weggefallen ist. Da die Canäle in allen Richtungen des Raumes ziehen, trifft man oft auch reine Querschliffe derselben, die dann immer kreisrund erscheinen.

In Fig. 4 ist ein freier entwickelter und reichlich verzweigter Canal dargestellt. Er beginnt mit sehr geringem Durchmesser (3 μ) und steigt zunächst auf eine Strecke von 84 μ parallel mit den

Zahnbeinröhrchen in die Höhe, nachdem er beiläufig in der Mitte (*a*) einen dicken, kurzen, knospenartigen Seitenfortsatz abgegeben hat; von hier aus verästelt er sich mehrfach, wobei seine Äste an Durchmesser zunehmen (bis zu 9 μ). Der Knotenpunkt der Verzweigung (*b*) erscheint durch den Ansatz mehrerer ganz kurzer, buchtenartiger Seitensprossen bedeutend erweitert.

So reichliche Ramificationen sind im allgemeinen selten, meist finden wir nur einen oder zwei Seitenäste oder nur mehrere, stets seitwärts aufsitzende Ausbuchtungen.

Ein besonderes Augenmerk richtete ich auf das Vorkommen eines Inhaltes in den Canälen. Am trockenen Schliffe erscheinen sie sämmtlich von Luft erfüllt; aber schon an solchen Präparaten kann man in längeren Canälen den Luftcylinder öfter durch eine quergestellte, helle Scheidewand unterbrochen sehen. Hellt man den Schliff durch Zusatz von Xylol auf, so kann man an solchen mit Scheidewänden versehenen Canälen Zweierlei beobachten: Bald nach Zusatz des Xylols entweicht die Luft aus dem durch die Scheidewand scheinbar abgeschlossenen Raum entweder durch eröffnete Zahnbeinröhrchen oder, was hier von besonderem Interesse ist, durch die Scheidewand. Der Vorgang gestaltet sich unter dem Auge des Beobachters so, dass sich die Luftsäule scheinbar unter dem Septum durchschiebt, von demselben in zwei Theile getheilt wird, wovon der eine bald entweicht, worauf dann auch noch der innerhalb der Scheidewand demselben nachfolgt und der ganze Canal mit Xylol gefüllt erscheint.

Hier kann es sich also nur um ein kreisringförmiges Diaphragma, ein dehiscirtes Septum handeln.

Oder aber der Canal bleibt zwischen zwei Scheidewänden oder zwischen dem blinden Ende und der Scheidewand auch nach der Aufhellung noch mit Luft gefüllt, dann handelt es sich wohl um ein vollkommenes, quergestelltes Septum.

Ich konnte mich von deren Vorkommen durch die Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen überzeugen.

In Fig. 5 ist ein solcher Canal mit zwei Scheidewänden dargestellt; der Theil *a b* füllte sich immer rasch mit Xylol, aus den Segmenten *b c* und *c d*, welche in der Zeichnung schraffirt erscheinen, entwich die Luft auch beim Erwärmen des Präparates nicht. Ich erwähne hier gleich, dass sich solche Scheidewände

nur im Verlaufe längerer Canäle vorfinden, und zwar betrug hier ihre Distanz 32—34 μ.

Der dargestellte Canal bietet auch noch ein Interesse betreffs seiner Form, insofern er sich über einer solchen Scheidewand (bei *c*) auffällig verschmälert. Ähnliches beschrieb auch Roux an seinen Canälen.[1]

Constant findet sich in Verbindung mit diesen Scheidewänden ein doppelt contourirter, ausserordentlich blasser Wandbelag, oft nur in der Nähe derselben wahrnehmbar (Fig. 7, 8), am deutlichsten sichtbar an den lufthaltigen Segmenten bei scharfer Einstellung auf die Ränder des Luftcylinders (Fig. 5), oft den ganzen Canal auskleidend (Fig. 5, 6, 9).

Wenngleich das Vorkommen eines solchen doppeltcontourirten Wandbelages nicht in Zweifel zu ziehen ist, so möchte ich dieser Beobachtung weniger Wert beilegen, weil es sehr schwer ist, an den gekrümmten Röhren, die ja wie Concavlinsen wirken, einen bloss durch die Lichtbrechung vorgetäuschten Doppelcontour von einem durch eine sehr dünne, blasse, auskleidende Membran erzeugten bestimmt zu unterscheiden, wenn das thatsächliche Vorhandensein der Membran nicht noch durch andere Beobachtungen festgestellt wird. Endlich kommen in vielen Canälen noch glänzende, runde oder unregelmässige Körnchen vor, entweder einzeln, öfter in Reihen und kleinen Häufchen, ja manchmal können sie einzelne Abschnitte vollkommen ausfüllen (Fig. 5, 6, 7, 9). Ihr Durchmesser konnte durch Messungen an geschlossenen Reihen derselben auf 2 μ im Mittel bestimmt werden, doch finden sich auch kleinere und grössere.

Auffällig ist es, dass sie dort, wo sie in einer geschlossenen Reihe an der Wand des Canals liegen, alle dieselbe Form und Grösse besitzen.

Aus dieser Beschreibung erhellt zur Genüge die Ähnlichkeit dieser Canäle mit den von Roux[2] und einzelnen von

---

[1] L. c. S. 231.

[2] Ich konnte mich von dieser Ähnlichkeit durch den directen Vergleich der Präparate des Herrn Prof. Roux, welche er mir freundlichst zur Untersuchung überliess, mit meinen überzeugen.

mir[1] beschriebenen Gebilden, so dass man wohl berechtigt ist, denselben eine gemeinsame oder wenigstens sehr ähnliche Ursache zuzuschreiben; dann wäre aber auch die Genese des bis jetzt so räthselhaften Vorkommens von mannigfachen Canälen in fossilen Knochen und Zähnen befriedigend erklärt, ein Punkt, für den ich in meiner Abhandlung über den feineren Bau fossiler Knochen keine Lösung finden konnte.

Wodurch sind nun diese Canäle erzeugt worden? Da ihr pflanzlicher Ursprung schon aus der vorangehenden Beschreibung klar ist, so liegt es nunmehr nahe, an Algen zu denken. Auch Roux zog bei der Erörterung dieser Frage an seinen Präparaten die Algen in den Calcül (l. c. S. 245), schloss aber die Möglichkeit ihrer Urheberschaft aus, weil sie keine dichten Geflechte bilden und ausserdem zu ihrer Existenz und zur Bildung organischer Substanz des Lichtes bedürfen.

Nach den neuen, von Bornet und Flahault über Algen mitgetheilten Thatsachen können die von Roux angeführten Bedenken nicht mehr in Betracht kommen, und da hier ebenso, wie bei den Canälen in fossilen Knochen alles gegen die Pilznatur spricht, werden wir nothgedrungen auf die Algen gewiesen.

In diesem Falle dürfte es auch nicht schwer sein, sich eine Vorstellung über den ganzen Vorgang zu machen. Die Algen können sich nur in dem Wasser entwickelt haben, in welches die vollkommen intacten Zähne (die ja zur Verarbeitung für künstliche Gebisse bestimmt waren) gebracht worden waren. In diesem Wasser konnte ihre Entwicklung jahrelang ungestört vor sich gehen, bis vor verhältnissmässig kurzer Zeit ihrem Wachsthum durch Zusatz von Carbolsäure ein Ende gemacht wurde. Dieses Antisepticum hat aber auch den zerstörenden Einfluss der Fäulniss hintangehalten, und so konnten in diesem Falle wirklich die Membranen, Scheidewände und Inhaltskörper des pflanzlichen Organismus in den Canälen erhalten werden.

Vorausgesetzt, dass diese Art der Entstehung zutrifft, dann kann es sich auch nur um eine gewöhnliche, im süssen Wasser zur Entwicklung gelangende Alge gehandelt haben und was dem

---

[1] So mit denen beim Ichthyosaurus, Halitherium (crassum) und Halitherium Schinzi beschriebenen, aber wohl nur der äusseren Form und Grösse nach.

Zufalle gelungen ist, muss wohl auch absichtlich wieder herbeigeführt werden können.

In der Hoffnung, wenigstens für diese Form von Roux'schen Canälen eine thatsächliche Erklärung zu finden, brachte ich einen vollkommen intacten Zahn in gewöhnliches Wasser, in das ich ohne Wahl einige Algen aus dem Aquarium einsetzte.[1] Bald erschien der Zahn von der Algencolonie bedeckt und bereits nach vierzehn Tagen war er von einem Algengeflechte umsponnen, welches an demselben haftete, so dass man es mit ihm aus dem Wasser heben konnte. Besonders auffällig waren aber grüne, unregelmässige Flecken an der Wurzel und am Hals bis zur Schmelzgrenze des Zahnes, welche in Form und Vertheilung den oben beschriebenen braunen Flecken an trockenen Zähnen entsprachen.

Schabt man einen solchen Fleck mit scharfem Skalpell ab, und untersucht in Wasser, so erkennt man eine Reihe der mannigfachsten Algenformen, unter denen sich auch solche finden, deren Grösse, Form und Verzweigung eine auffallende Ähnlichkeit mit unseren Canälen darbieten. Die kurze Dauer des Versuches machte es unmöglich, an Schliffen Bilder zu erhalten, die den an trockenen Zähnen beschriebenen entsprochen hätten, aber das Eindringen von chlorophyllhaltigen Schläuchen in den Cementüberzug glaube ich an einzelnen Stellen bestimmt gesehen zu haben.

Allerdings ist diese Beobachtung mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da ich sie nur an Schnitten machen konnte, die mit scharfem Messer vom nicht entkalkten Zahne angefertigt wurden, daher vielfach zerklüftet und zersprungen waren.

Die Schläuche erscheinen so zart und durchsichtig, dass es nur bei äusserster Aufmerksamkeit gelingt, sie in dem stark lichtbrechenden, verkalkten Gewebe zu entdecken. Ich versuchte

---

[1] Da in dem hier beschriebenen Falle die Algenkeime durch die Luft in das Wasser, in dem die Zähne lagen, gelangt sein mussten, hätte ich auch einfach den Versuch machen können, trockene Zähne in Wasser zu maceriren. Ich dachte aber schneller zum Ziele zu gelangen, wenn ich Algen aus einem bereits abgestandenen Wasser und mit ihnen vielleicht schon die Keime jener knochenbohrenden Formen hineinbrächte.

auch solche Schnitte zu trocknen, um die lufthältigen Canäle zu finden; aber das wird in dem vielfach zerklüfteten Cement ebenfalls schwer, da die Canäle noch keine bedeutende Länge besitzen. Ich zweifle aber nach dem Gesehenen nicht, dass bei genügender Versuchsdauer der Nachweis leichter gelingen wird.

Sind die Algen so tief eingedrnngen, dass man ohne Gefahr, sie zu zerstören, auch dünne Schliffe anfertigen kann, dann wird auch der Nachweis der Species nicht schwer sein. Diese weiteren Untersuchungen muss ich den Fachleuten überlassen; ich beabsichtigte durch diese Mittheilung nur darauf hinzuweisen, dass es nach den neuesten Erfahrungen möglich sein wird, auch für die Roux'schen Canäle in fossilen Knochen und Zähnen die richtige Erklärung zu finden.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Eckzahn, dessen Cementüberzug grösstentheils arrodirt erscheint. $\frac{1}{1}$.

„ 2. Derselbe Zahn von der anderen Seite. $\frac{1}{1}$.

„ 3. Eine Gruppe Roux'scher Canäle an der Schmelzgrenze in das Dentin *(d)* eines ersten Molarzahnes gewuchert. Zwischen *a* und *b* der Cementüberzug zerstört und beim Schleifen weggefallen. *c* Cement. $\frac{114}{1}$.

„ 4. Ein reich verästelter Canal aus einem Eckzahne mit weit offenem Wurzelcanal aus dem Cement *(c)* in das Dentin *(d)* emporsteigend. Bei *a* eine seitliche Ausbuchung und Scheidewand; hier ist noch ein deutlicher Doppelcontour wahrnehmbar. Bei *b* eine bedeutende Erweiterung durch den Abgang mehrerer Äste. Bei *d* eröffnet ein Ast einen Interglobularraum. $\frac{160}{1}$.

„ 5. Ein verzweigter Canal mit deutlichen Scheidewänden *(a, b, c)*, Doppelcontour und Inhaltskörnern (aus Wedl's Präparat); die Segmente *b c* und *c d*, welche in der Zeichnung schraffirt erscheinen, waren im Präparat von Luft erfüllt. $\frac{390}{1}$.

J. Schaffer: Roux'sche Canäle.



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Fig. 6. Ein blindes, buchtig erweitertes Ende eines Canals mit deutlicher Scheidewand, Doppelcontour und Inhaltskörpern. $\frac{390}{1}$.

" 7. Die Stelle bei *a* von Fig. 4 mit homogener Immersion (Reichert's Apochr. 2 *mm* Brennweite).

" 8. Ein verzweigter Canal mit zwei deutlichen Scheidewänden; der Doppelcontour war nur in der Nähe der Scheidewände deutlich sichtbar. (Homogene Immersion 2 *mm.*)

" 9. Endstück eines Canals mit Scheidewand und Doppelcontour, das Endglied mit glänzenden Körnern erfüllt. (Homogene Immersion 2 *mm.*)

Fig. 3—9 mit der Camera gezeichnet.

XVIII. SITZUNG VOM 17. JULI 1890.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. G. Tschermak übergibt eine Arbeit aus dem mineralogisch-geologischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Graz, unter dem Titel: „Rumpfit, ein neues Mineral", von Herrn Georg Firtsch.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. L. Boltzmann übersendet folgende im physikalischen Institute der k. k. Universität in Graz ausgeführte Arbeiten:

1. Über die Untersuchung elektrischer Schwingungen mit Thermoelementen," von Dr. Ignaz Klemenčič.
2. Über das Leitungsvermögen von Salzdämpfen in der Bunsenflamme," von Svante Arrhenius.

Das w. M. Herr Prof. L. v. Barth übersendet folgende drei Arbeiten aus seinem Laboratorium:

1. „Über das Orthodibrombenzol und Derivate desselben", von Felix Schiff.
2. „Zur Kenntniss des Papaverolins", von Karl Krauss.
3. „Über das Verhalten der Phenole und Oxysäuren gegen die Hydrosulfite der Alkalien", von Dr. Fritz Fuchs.

Ferner übersendet Herr Hofrath v. Barth eine Arbeit aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Reichenberg: „Über die Verbindungen des Phtalimids und Phenolen", von Dr. Oscar Ostersetzer.

Das c. M. Herr Prof. F. Lippich in Prag übersendet eine Abhandlung: „Zur Theorie der Halbschatten-Polarimeter".

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Einige Sätze über Determinanten höheren Ranges".

Das c. M. Herr Hofrath Prof. E. Ludwig übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Darstellung von Glycocoll und über einige seiner Derivate," von Prof. Dr. J. Mauthner und Dr. W. Suida.

Herr Johannes Unterweger in Judenburg übersendet eine Abhandlung: „Über die kleinen Perioden der Sonnenflecken und ihre Beziehung zu einigen periodischen Erscheinungen der Erde."

Herr Dr. Bohuslav Brauner, Privatdocent an der k. k. böhmischen Universität in Prag, übersendet eine vorläufige Mittheilung: „Volumetrische Bestimmung des Tellurs".

Herr Prof. Dr. Zd. H. Skraup in Graz übersendet folgende drei Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Graz.

1. „Zur Substitution aromatischer Kohlenwasserstoffe" von Dr. O. Srpek.
2. „Beitrag zur Kenntniss der Zinnverbindungen", von Dr. G. Neumann.
3. „Über das Glykosamin", von Dr. G. Pum.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von Herrn Wladyslaw Ritter v. Dutczyński, k. k. Baurath a. D. in Wien, vor, mit der Inhaltsangabe: „Wesentliche Neuerungen, welche bei dem vom Einsender erfundenen, mit mechanischer Kraft zu betreibenden, lenkbaren Luftschiff projectirt sind und bisher bei anderen bekannt gewordenen Luftschiffconstructionen noch nicht in Anwendung gebracht wurden".

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Zur Kenntniss einiger vom Isobutyraldehyd derivirender zweiwerthiger Alkohole“, von E. Swoboda und W. Fossek.
2. „Über Einwirkung von Blausäure auf Methyläthylacroleïn“, von G. Johanny.

Ferner überreicht Herr Prof. Lieben eine Mittheilung des Prof. Dr. Zd. H. Skraup in Graz: „Über den Übergang der Maleïnsäure in Fumarsäure.“[1]

Das w. M. Herr Prof. J. Loschmidt überreicht eine im physikalisch-chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien ausgeführte Arbeit, betitelt: „Zur Chemie des Accumulators,“ von Mathias Cantor in Wien.

Herr Dr. I. Herzig überreicht eine in Gemeinschaft mit Dr. S. Zeisel ausgeführte Arbeit unter dem Titel:

„Neue Beobachtungen über Bindungswechsel bei Phenolen. (VII. Mittheilung.) Die Äthylirung des Diresorcins.“

Ferner überreicht Herr Dr. I. Herzig eine von ihm in Gemeinschaft mit Dr. S. Zeisel verfasste Notiz unter dem Titel: „Erkennung des Diresorcins namentlich im synthetischen Phloroglucin.“

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. VIII. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.

XIX. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1890.

Der Vicepräsident der Akademie, Herr Hofrath Dr. J. Stefan, führt den Vorsitz und begrüsst die Mitglieder der Classe bei Wiederaufnahme der akademischen Sitzungen und insbesondere das neu eingetretene Mitglied Prof. Dr.V. v. Ebner.

Hierauf gibt der Vorsitzende Nachricht von dem Ableben des wirklichen Mitgliedes dieser Classe, Hofrath Dr. Ludwig Barth Ritter von Barthenau, am 3. August in Wien, und des wirklichen Mitgliedes der philosophisch-historischen Classe, em. Prof. Dr. Lorenz Ritter v. Stein, am 23. September l. J. in Weidlingau.

Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileide durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Der Secretär legt die im Laufe der Ferien erschienenen akademischen Publicationen vor, und zwar:

Den 40. Jahrgang des Almanachs der kaiserlichen Akademie für das Jahr 1890; ferner von den

Sitzungsberichten der Classe, Jahrgang 1890, Abtheilung I, Heft IV—V (April—Mai); Abtheilung II a, Heft IV—VI (April bis Juni); Abtheilung II. b., Heft IV—VI (April—Juni) und die

Monatshefte für Chemie Nr. VI (Juni) und Nr. VII bis VIII (Juli—August) 1890.

Für die Wahl zu Mitgliedern dieser Classe sprechen ihren Dank aus, und zwar:

Das wirkliche Mitglied Prof. Dr. V. v. Ebner in Wien, die correspondirenden Mitglieder im Inlande Prof. Dr. M. Willkomm in Prag und Prof. Dr. H. Weidel in Wien, schliesslich

das correspondirende Mitglied im Auslande Prof. Ph. van Tieghem in Paris.

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht übermittelt eine Anregung der Akademie der Wissenschaften zu Bologna, betreffend den Zusammentritt eines neuerlichen Congresses in Rom zur Feststellung eines Anfangs-Meridians für Längen- und Zeitbestimmung und stellt das Ersuchen um Berathung dieses Gegenstandes im Schoosse der kaiserlichen Akademie und um möglichst schleunige Berichterstattung hierüber.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der n. ö. Statthalterei vorgelegten Tabellen über die in der Winterperiode 1889/90 am Donaustrome im Gebiete des Kronlandes Niederösterreich und am Wiener Donaucanale stattgehabten Eisverhältnisse.

Das c. M. Prof. Dr. Richard Maly in Prag übersendet eine im chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag vom Assistenten L. Storch ausgeführte Untersuchung, betitelt: „Zur Frage der Constitution des Thioharnstoffes“ I.

Das c. M. Prof. Dr. Richard Maly in Prag übersendet ferner eine Arbeit des Herrn Carl Haaf aus dem Laboratorium des Prof. v. Nencki in Bern, betitelt: „Zur Kenntnis der Guanamine.“

Das w. M. Herr Hofrath Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine im physikalischen Institute der k. k. Universität in Graz von Prof. Dr. J. Klemenčič ausgeführte Arbeit, betitelt: „Einige Bemerkungen über Normalwiderstände.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über Elementaranalyse auf elektrothermischem Wege“, von Herrn Prof. J. Oser am chemischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Wien.
2. „Über Conographie. Ein Beitrag zur constructiven Geometrie der Kegelschnitte“, von Herrn Adalbert Breuer, Prof. an der k. k. Staats-Oberrealschule in Trautenau.

Herr August Adler, Supplent an der k. k. Staats-Oberrealschule in Klagenfurt, übersendet eine Abhandlung: „Über

die zur Ausführung geometrischer Constructionsaufgaben zweiten Grades nothwendigen Hilfsmittel.“

Herr Dr. Gejza Bukowski übersendet einen vorläufigen Schlussbericht über seine geologische Reise in Kleinasien, ddo. Bochnia, am 25. Juli 1890.

Herr Franz v. Dobrzyński, Privatdocent an der k. k. technischen Hochschule in Lemberg, übersendet folgende Mittheilung: „Über die photographische Wirkung der elektromagnetischen Wellen“.

Herr Prof. Dr. A. Grünwald in Prag übersendet folgende weitere Mittheilung: „Über das sogenannte II. oder zusammengesetzte Wasserstoffspectrum von Dr. B. Hasselberg und die Structur des Wasserstoffes.“

Das w. M. Prof. A. Lieben überreicht nachstehende zwei Arbeiten:

1. „Über eine neue quantitative Methode zur Bestimmung der freien Salzsäure des Magensaftes“, von Dr. A. Jolles in Wien.
2. „Über Veratrin“, von Dr. S. Stransky in Budapest.

Das c. M. Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Über Congruenzen mit mehreren Unbekannten.“

Der Secretär legt Angaben über die Arbeiten der Tiefsee-Expedition vor.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Ph. van Tieghem et H. Douliot, Recherches comparatives sur l'Origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. Paris, 1889; 8°.

XX. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1890.

Der Secretär legt vor das im Auftrage Sr. k. u. k. Hoheit des durchlauchtigsten Herrn Erzherzogs Ludwig Salvator, Ehrenmitgliedes der kaiserl. Akademie, von der Verlagshandlung F. A. Brockhaus in Leipzig übersendete Werk: Die Insel Menorca. I. Allgemeiner Theil. Sonderabdruck aus dem Werke: Die Balearen. In Wort und Schrift geschildert. 1890.

Ferner vom königlich italienischen Ministerium für öffentlichen Unterricht: Le opere di Galileo Galilei, Edizione nazionale sotto gli auspicii de Sua Maestà il Re d'Italia. Vol. I. Firenze 1890.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig: Monographie der Baltischen Bernsteinbäume. Vergleichende Untersuchungen über die Vegetationsorgane und Blüthen, sowie über das Harz und die Krankheiten der baltischen Bernsteinbäume, von H. Conwentz. Mit 18 lithographischen Tafeln in Farbendruck. Danzig, 1890.

Das c. M. Herr Prof. H. Weidel übersendet eine Abhandlung: „Studien über stickstofffreie, aus den Pyridincarbonsäuren entstehende Säuren.“ (I. Mittheilung.)

Der Secretär legt zwei von Prof. E. Kobald an der k. k. Bergakademie in Leoben ausgeführte Arbeiten vor, u. zw.:

1. „Über eine allgemeine Form der Zustandsgleichung.“
2. „Über Mac-Cullagh's Differentialgleichungen in zweiaxigen Krystallen und deren Verallgemeinerung.“

Herr Dr. Alfred Nalepa, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Linz a. D., übersendet folgende vorläufige Mittheilung über „Neue Phytoptiden."

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von Herrn Alfred Ritter v. Dutczyński in Wien vor, mit der Inhaltsangabe: „Die wesentlichen Angaben über ein vom Einsender gefundenes Mittel, die *Phylloxera vastatrix*, *Peronospora* und andere Parasiten zu bekämpfen, welches gleichzeitig als Düngung gilt."

Das w. M. Herr Director E. Weiss berichtet über die Entdeckung eines Kometen am 28. Juli durch Herrn Coggia in Marseille, dessen Elemente und Ephemeriden von Dr. Friedrich Bidschof an der Wiener Sternwarte berechnet wurden.

Herr Dr. Fritz Langer in Wien überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Beitrag zur normalen Anatomie des menschlichen Auges".

Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Die Insel Menorca. I. Allgemeiner Theil. Sonderabdruck aus dem Werke: Die Balearen. In Wort und Schrift geschildert. Leipzig, 1890; gr. Folio.

Le opere di Galileo Galilei, Edizione nazionale sotto gli auspicii de Sua Maestà il Re d'Italia. Vol. I. Firenze, 1890; 4°.

Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Vergleichende Untersuchungen über die Vegetationsorgane und Blüthen, sowie über das Harz und die Krankheiten der baltischen Bernsteinbäume, von H. Conwentz. Mit 18 lithographischen Tafeln in Farbendruck. Danzig, 1890; 4°.

Dr. C. Remigius und Dr. H. Fresenius, chemische Analyse der:

1. Soolquelle „Louise" im „Bad Oranienplatz", 1889; 8°.
2. Soolquelle „Paul I." 1889; 8°.
3. Soolquelle „Martha" in der Badeanstalt „Martha". 1890; 8°.
4. Soolquelle „Bonifacius" in der Soolquelle „Bonifacius". 1890; 8°.
5. Antonienquelle zu Warmbrunn in Schlesien, Wiesbaden 1890; 8°.

XXI. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1890.

Der Secretär legt das erschienene Heft IV—VII (April bis Juli) des 99. Bandes, Abtheilung III. der Sitzungsberichte vor.

Es gelangt ein Schreiben des w. M. Herrn Hofrathes Dr. Ludwig Boltzmann zur Verlesung, worin derselbe anzeigt, dass er einem Rufe der Universität München Folge geleistet und in das Ausland übergetreten sei.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung von Dr. Gustav Jäger in Wien, betitelt: „Die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsmolekeln“.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben von Herrn J. Richard Harkup in Krems a. D. behufs Wahrung der Priorität vor, welches nach der Angabe des Übersenders die Beschreibung einer von ihm gemachten Erfindung hinsichtlich der Patronenhülsen für Hinterladerwaffen enthält.

Das w. M. Herr Prof. Lieben überreicht eine Abhandlung des Dr. Bohuslav Brauner in Prag, betitelt: „Volumetrische Bestimmung des Tellurs.“ I. Theil. Eine maassanalytische Studie.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. Constantin Freih. v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Über fossile *Banksia*-Arten und ihre Beziehung zu den lebenden“.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. IX. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.

XXII. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1890.

Der Secretär legt eine von Herrn Josef Gängl v. Ehrenwerth, k. k. a. o. Prof. an der Bergakademie in Leoben, eingesendete Schrift vor, betitelt: „Ist die directe Darstellung von schmiedbarem Eisen aller Art, beziehungsweise die Darstellung von Roheisen mit Gasen möglich?“ Leoben, 1890.

Ferner legt derselbe das erschienene Heft VII (Juli) des 99. Bandes, Abtheilung II. b. der Sitzungsberichte vor.

Herr August Adler, Supplent an der k. k. Staats-Oberrealschule in Klagenfurt, übersendet eine Abhandlung: „Zur Theorie der Mascheronischen Constructionen“.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung von Dr. W. Wirtinger in Wien, betitelt: „Über Functionen, welche gewissen Functionalgleichungen genügen“.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben von Dr. Justinian Ritter von Froschauer in Wien behufs Wahrung der Priorität vor, mit der Aufschrift: „Zur Frage der Immunität für Infectionskrankheiten“.

Das w. M. Herr Hofrath A. Winckler überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Über den Multiplicator der Differentialgleichungen erster Ordnung“. II.

Das w. M. Herr Prof. A. Lieben übergibt eine Arbeit des Herrn Dr. Rudolph Wegscheider in Wien: „Über Hemipinsäureäthyläther“.

Das w. M. Prof. V. v. Lang übergibt eine Mittheilung, welche gewisse Beziehungen betrifft, die von J. J. Thomson zwischen dem Dampfdruck und anderen physikalischen Grössen veröffentlicht wurden.

Selbständige Werke, oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

J. Gängl v. Ehrenwerth, „Ist die directe Darstellung von schmiedbarem Eisen aller Art, beziehungsweise die Darstellung von Roheisen mit Gasen möglich?" Leoben, 1890, 8°.

Beitrag zur normalen Anatomie des menschlichen Auges.

„Ist man berechtigt, den Perichorioidalraum und den Tenon'schen Raum als Lymphräume aufzufassen?"

Von

Dr. Fritz Langer,

gew. Assistent an der ersten anatomischen Lehrkanzel der k. k. Universität in Wien.

Aus dem anatomischen Institute des Herrn Prof. E. Zuckerkandl in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. October 1890.)

Nach den ersten Mittheilungen Schwalbe's,[1] betreffend die Bedeutung des Spaltraumes zwischen Chorioidea und Sclera einerseits und des Tenon'schen Raumes andererseits, sowie nach der genaueren Beschreibung seiner diesbezüglichen Forschungen[2] wurden die Ergebnisse dieser Untersuchungen, man kann wohl sagen, allgemein in der Anatomie sowohl, als auch in der Ophthalmologie als richtig angenommen. Spätere Arbeiten, die sich theilweise auf die anatomische Betrachtung dieser Räume beschränken, theilweise die Injectionsversuche Schwalbe's bestätigen, aber auch durch physiologische Experimente Klarheit in die Lehre von den Flüssigkeitsbewegungen im Inneren des Auges bringen sollten, sind stets von der Ansicht ausgegangen, dass der Tenon'sche Raum und der Perichorioidalraum, sowie die durch die Injectionen dargestellten Verbindungen dieser beiden Räume als Lymphräume aufzufassen sind, obwohl selbst schon Schwalbe zugibt, dass sich bei der Entwicklung des Perichorioidalraumes ganz bestimmte Momente geltend machen,

---

[1] Centralblatt für die gesammten medicinischen Wissenschaften, 1868, Nr. 54 und 1869, Nr. 30.

[2] M. Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. VI, 1870.

wodurch noch eine andere Deutung dieses Spaltraumes zulässig erscheint; auch Toldt[1] spricht nach der Anführung von Schwalbe's Versuchen und deren Ergebnissen die Ansicht aus, dass „der Perichorioidalraum, der Tenon'sche Raum und der supravaginale Raum des Nervus opticus die Beweglichkeit des Augapfels und des Sehnerven ermöglichen“ und zieht daraus den Schluss, dass „sie wohl in erster Linie als Gelenkräume aufgefasst werden müssen“.

Um nun die Resultate aller dieser Arbeiten, die sich mit der Frage beschäftigen, ob der Perichorioidalraum, der Tenon'sche Raum und die als Verbindungen zwischen beiden beschriebenen Räume um die Venae vorticosae, die Ciliargefässe und Ciliarnerven als Lymphbahnen aufzufassen sind oder nicht, einer kritischen Betrachtung unterziehen zu können, war es natürlich von Wichtigkeit, alle einschlägigen Versuche von Injectionen zu wiederholen und die betreffenden Objecte mikroskopisch zu untersuchen, um den Verlauf der Injectionsmassen genau zu studiren. Anlangend die Technik der Injectionen füge ich hinzu, dass ich abweichend von den bisherigen Methoden der Füllung des Perichorioidalraumes durch Einstich eine speciell zu diesem Zwecke verfertigte Cantile anwandte, welche den Cantilen ähnlich construirt ist, die in der Anatomie verwendet werden, wenn es sich darum handelt, Gefässe zu injiciren, ohne deren Continuität aufgeben zu müssen. Eine solche Cantile besitzt als Ende nicht eine abgeschrägte Spitze, sondern eine senkrecht auf ihre Längsaxe aufgesetzte Platte, die eine der Oberflächenwölbung des Bulbus entsprechende Krümmung besitzt; über dem Rohre der Cantile verschiebt sich ein zweites Rohr, das mit einer gleichen Endplatte versehen ist, welche vermittelst eines Schraubengewindes an die erste Platte angepresst werden kann. An der zur Injection passend erscheinenden Stelle wurde die Sclera vorsichtig in meridionaler Richtung eingeschnitten, bis das Gewebe der Chorioidea zur Ansicht kam; dann wurde durch diesen Schnitt die Endplatte der Cantile zwischen Sclera und Chorioidea eingeschoben und die zweite Platte durch das Schraubengewinde angepresst, so dass der Scleralschnitt durch die aneinander-

[1] Lehrbuch der Gewebelehre, 1. Aufl., S. 599.

gedrückten Platten wieder vollständig verschlossen wurde. Meines Erachtens hat dieses Verfahren den Vortheil, dass man erstens mit der Canüle sicher im Perichorioidalraume bleibt und zweitens, dass bei einiger Aufmerksamkeit jede Verletzung der Aderhautgefässe sehr gut vermieden werden kann. Als Injectionsmassen wurden entweder das von Brücke angegebene lösliche Berlinerblau oder eine mit dem gleichen Farbstoffe tingirte Gelatineleimmasse benützt. Sollten diese Injectionspräparate zur mikroskopischen Untersuchung verwendet werden, so wurden sie einer Härtung mit steigendem Alkohol unterzogen; nicht injicirte Objecte habe ich jedoch in einer Mischung von concentrirter wässeriger Pikrinsäurelösung und ebensolcher Sublimatlösung zu gleichen Theilen fixirt und dann ebenfalls in Alkohol gehärtet. Einzelne Theile eines Bulbus wurden nach vorheriger Imbibition mit Chloroform in geschmolzenes Paraffin eingelegt und nach vollendeter Durchtränkung mit demselben in diesem eingebettet, weil bei dieser Methode, ebenso wie bei Celloidineinbettung, künstliche Zerreissungen sicher hintangehalten werden können, was ja für diese Untersuchungen von der grössten Bedeutung ist. Nachdem die Schnitte behufs Erlangung von lückenlosen Serien mit Nelkenölcollodium auf dem Objectträger aufgeklebt waren, wurde das Paraffin durch Xylol wieder vollständig entfernt. Für Schnitte durch ganze Bulbi ist jedoch wegen des grösseren Widerstandes, den Sclera und Linse gegenüber den weicheren Geweben (Cornea, Chorioidea und Retina) bieten, die Einbettung in Celloidin unbedingt vorzuziehen.

Die Ergebnisse meiner Injectionsversuche stimmen im Wesentlichen mit den Resultaten Schwalbe's überein, insoferne nämlich, als durch Einspritzung in den Perichorioidalraum die Injectionsmasse in der That zwischen der Wand des Scleralcanals und den Vortexvenen an die Oberfläche des Bulbus dringt. Allein die Art und Weise, wie sich die Injectionsmasse den Weg aus dem Perichorioidalraume nach aussen bahnt, verdient eine nähere Betrachtung, vorher aber erscheint es geboten, die Wirbelvenen auf ihrem Verlaufe durch die Sclera an nicht injicirten Präparaten zu verfolgen, und zu diesem Behufe will ich einige Details histologischer Natur anführen, da meine Beobachtungen von denen früherer Autoren erheblich abweichen. Den besten Überblick

über diese Verhältnisse zwischen Venenwand und Sclera gewinnt man an Serienschnitten, die in äquatorialer Richtung durch die Bulbuswand geführt wurden, weil so das Gefäss immer sicherer getroffen wird, als an meridionalen Schnitten.

Die Wurzeln der Vortexvenen bilden, wie E. Fuchs[1] genau beschreibt, bei ihrer Vereinigung eine weite Ampulle, aus welcher der Stamm der Vene als ziemlich enges Gefäss hervorgeht und den Perichorioidalraum durchsetzend in den Scleralcanal eintritt. In diesem Canale liegt die Vene im ersten Drittel des Verlaufes durch die Sclera in einem trichterförmigen Raume, der, wie von E. Fuchs sehr genau geschildert wird, von einem Maschenwerk erfüllt ist, das aus stärkeren Längsbalken und aus dieselben verbindenden queren und schiefliegenden Faserbündeln besteht, die beim Menschen mit spärlichen, bei einigen Thieren dagegen mit zahlreichen Pigmentzellen besetzt sind. Dieses Gewebe zeigt demnach die gleiche Zusammensetzung wie die Lamellen der Suprachorioidea selbst und steht mit denselben in continuirlichem Zusammenhange, respective geht direct aus demselben hervor. Die Venenwand, die hier, wie auch E. Fuchs bemerkt, sehr dünn ist, ist mit diesem Balkenwerk innig verwachsen, was auch Dr. A. Birnbacher und Dr. W. Czermak[2] erwähnen. Gegen die Spitze dieses trichterförmigen Raumes nimmt aber dieses pigmentirte Maschenwerk immer mehr und mehr ab, bis es endlich vollständig verschwindet, so dass in den zwei äusseren Dritteln des Scleralcanales die Vene, deren Wand sowohl beim Menschen, als auch bei den Thieren, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte (Schwein, Katze, Kalb, Igel, Maulwurf), nur aus einem Endothelrohre besteht, in ihrer ganzen Circumferenz mit der Sclera so innig verwachsen ist, dass von einem Spaltraume zwischen Venenwand und Sclera füglich nicht mehr die Rede sein kann.

E. Fuchs[3] sagt darüber Folgendes: „Zwischen der Wandung des Scleralcanales und der Vene bleibt ein freier Zwischenraum. Es ist der zuerst von Schwalbe beschriebene Lymphraum,

---

[1] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XXX, Abth. IV.

[2] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XXXII, Abth. IV, S. 27.

[3] L. c., S. 36.

welcher den perichorioidalen Raum mit dem Tenon'schen Raum in Verbindung setzt. Axel Key und Retzius haben eine trichterförmige Fortsetzung der Lamellen der Suprachorioidea in diesen Raum hineinverfolgt. Diese Lamellen zweigen sich dort von der Suprachorioidea ab, wo die Vene in den Canal eintritt. An der hinteren Seite der Vene dringen mehr (4—5) Lamellen in den Lymphraum ein, als an der vorderen. Innerhalb desselben nehmen sie im Allgemeinen eine zum Gefässe concentrische Lage ein. Zahlreiche schräg ziehende Brücken verbinden die einzelnen Lamellen untereinander, sowie mit der Oberfläche der Vene und der Wand des Scleralcanals. In Folge dessen findet man oft auf der Oberfläche dieser beiden, die flachen Pigmentzellen der Suprachorioidea aufgelagert.“ Ich kann mich jedoch der Ansicht nicht verschliessen, dass dies nach meinen Präparaten, die unter den oben angeführten Cautelen von ganz frischen Objecten hergestellt wurden, nur für das erste Drittel des Venenverlaufes gelten kann. Ferner sagt Fuchs gleich nach oben citirter Stelle, nachdem er erwähnt hat, dass der Lymphraum streckenweise obliterirt: „An Stellen, wo der Scleralwand keine Suprachorioidallamellen anliegen, ist sie von Endothelkernen besetzt. Es handelt sich hier ohne Zweifel um eine Fortsetzung jenes Endothelbelages, welchen Schwalbe an der inneren Oberfläche der Sclera beschrieben hat.“ Es wird jedoch hier in keiner Weise erwähnt, wie sich an solchen Stellen Venenwand und Sclera zu einander verhalten; denn da auch die Venenwand am Querschnitte solche Endothelkerne zeigt, müsste man hier zwei Endothellagen unmittelbar neben einander sehen, da bei dem Fehlen des Lymphraumes das Endothelrohr der Vene der mit Endothel besetzten Sclera dicht anliegen muss; ich habe aber weder beim Menschen, noch beim Thiere je etwas Ähnliches zu Gesicht bekommen können. Birnbacher und Czermak[1] sagen bei Besprechung des fraglichen perivasculären Lymphraumes: „In den äusseren zwei Drittheilen stellt derselbe (i. e. der Lymphraum) höchstens eine capilläre Spalte vor, welche eigentlich von den zwischen den Scleralbündeln befindlichen Gewebsspalten sich nicht unterscheidet. Ja meist liegt Venenwand und Sclera

[1] Graefe's Archiv für Ophthalmologie, Bd. XXXII, Abth. 2, S. 101.

so dicht an einander, dass von einem Spaltraume nichts wahrzunehmen ist.“ Ich gebe zur Veranschaulichung dieses Verhaltens die Abbildung eines äquatorialen Schnittes durch eine Vena vorticosa vom Menschen (vide Fig. 1) und in Fig. 2 das gleiche Bild vom Kalbe, wobei ich zu letzterer Zeichnung bemerken muss, dass das Pigment in der Umgebung der Vene nicht befremden darf, da man bei manchen Thieren und auch beim Menschen an vielen Stellen der Sclera zerstreut Pigment vorfindet. Toldt[1] erwähnt „zweierlei Bindegewebszellen der weissen Augenhaut; die einen sind dünne, farblose, durchsichtige Schüppchen, mit flachen länglichen Kernen versehen; .....die anderen treten durch ihren Gehalt an Pigmentkörnchen viel auffälliger hervor, sind aber beim Menschen nur sehr spärlich, bei den meisten Thieren hingegen reichlicher vorhanden“.[2] Ich glaube dies anführen zu müssen, um dem eventuellen Vorwurfe entgegenzukommen, dass die Vene noch in dem ersten Drittel des Scleralcanales getroffen worden wäre, dort, wo in dem trichterförmigen Raume das mehrfach erwähnte pigmentirte Gewebe liegt. Es sind aber beide Venen an der Grenze zwischen mittlerem und äusserem Drittel der Sclera in äquatorialer Richtung durchschnitten. An beiden Präparaten ist wohl ganz deutlich zu sehen, dass ein perivasculärer Raum hier nicht existirt, ein Verhalten, das sich nach meinen Erfahrungen ausnahmslos bei den Vortexvenen des Menschen vorfindet, und in gleicher Weise konnte ich dasselbe bei mehreren Thieren (Schwein, Katze, Kalb, Igel, Maulwurf) constatiren.

Dieses histologische Verhältniss der Vena vorticosa lässt also erkennen, dass eine offene Communication zwischen Perichorioidalraum und dem Tenon'schen Raum hier nicht vorhanden ist; demnach ergibt sich, dass die Behauptung E. Fuchs':[3] „Nach der gegebenen Schilderung umgibt der Lymphraum die Vene wie ein Mantel“ nicht mehr aufrecht erhalten werden kann,

---

[1] Gewebelehre, 1884, S. 583.

[2] Ich selbst sah in einem Falle Pigment in der menschlichen Sclera in der Umgebung der Vena vorticosa, das sich der ganzen Länge des Scleralcanales entsprechend bis an die Oberfläche des Bulbus verfolgen liess.

[3] L. c., S. 39.

ebenso bedarf der Ausspruch Toldt's:[1] „In denselben (Lücken für Arterien, Nerven und Wirbelvenen) sind die genannten Gebilde durch lockeres Bindegewebe mit dem Gewebe der Sclera verknüpft, etwa so, wie wir es an vielen anderen Orten finden, wo Gefässe oder Nerven eine stärkere Fascie durchsetzen“ einer Correctur, nämlich in Bezug auf die Vene. Ferner muss die Ansicht Fuchs':[2] „von allen Communicationen sind die Lymphräume um die Venen am weitesten“ dahin richtig gestellt werden, dass ein perivasculärer Raum um die Vortexvenen, der nach innen und nach aussen offen ausmündet und daher den Tenon'schen Raum mit dem perichorioidalen Raume in Verbindung setzen könnte, wie dies Fuchs behauptet, gar nicht existirt.

Es bleibt also noch die Frage offen, wieso die Injectionsmassen trotz des Mangels einer perivasculären Lymphspalte mit der Vene aus dem Perichorioidalraume in den Tenon'schen Raum gelangen, da ja dieser Vorgang bei jedem Injectionsversuche zu sehen ist. Zur Erkenntniss dieses Factums ist es vortheilhaft, die eingespritzte Flüssigkeit auf ihrem Wege zu verfolgen, das heisst, man muss Objecte untersuchen, bei denen die Injection noch nicht so weit gediehen ist, dass der Tenon'sche Raum auch schon gefüllt wurde und sich die Masse im ganzen Verlaufe der Vene im Scleralcanale um dieselbe herum befindet, weil in solchen Fällen nicht mehr oder nur sehr schwer zu erkennen ist, welche Gewebsspalten die Injectionsmassen zum Durchtritte benützen.

Ich gebe in Fig. 3 die Abbildung eines Schnittes aus einer meridionalen Schnittserie; die Vene ist nicht in ihrer ganzen Länge während ihrer Passage durch die Sclera getroffen, da ja diese Gefässe selten rein meridional verlaufen. Die Injection wurde mit einer Lösung von Berlinerblau gemacht, und zwar so, dass die Masse unter sehr gelindem Drucke nur so lange eingespritzt wurde, bis sie an der Aussenfläche des Bulbus als blauer Punkt sichtbar wurde. Bei der Betrachtung der Zeichnung fällt sofort auf, dass die Injectionsmasse an der äusseren (vorderen)

---

[1] L. c., S. 585.

[2] L. c., S. 55, wo von den Communicationen des Perichorioidalraumes mit dem Tenon'schen Raume die Rede ist.

Seite der Vene aus dem Perichorioidalraum abzufliessen im Begriffe ist, an einer Stelle also, wo nach E. Fuchs Obliterationen des perivasculären Raumes durch Verwachsung der Venenwand mit der Sclera häufig vorkommen sollen, was er in Folgendem ausdrückt: „Ich habe diese Verwachsungen in der Regel an der äusseren Seite, viel weniger an der inneren Seite der Vene gefunden",[1] während Schwalbe angibt, dass der Lymphraum die Vene allseitig umgebe und die Injectionsmasse rings um das Gefäss gefunden wurde.[2] Gleich darauf heisst es bei Schwalbe: „Nur kurz vor dem Austritt auf die Oberfläche des Bulbus wird der Befund ein anderer, indem man nun den Querschnitt der Vene und des mit der Injectionsmasse gefüllten Canales neben einander findet, und zwar so, dass der der Vene am weitesten nach aussen liegt." Dazu bemerkt noch Fuchs: „An der äusseren (vorderen) Seite der Vene war die Injectionsflüssigkeit offenbar durch die Obliteration am Austritte gehindert worden."

Wie jedoch an Fig. 1 zu sehen ist, liegt in meinen Präparaten die Injectionsmasse der äusseren (vorderen) Seite der Vene an, während sie an der inneren (hinteren) Seite derselben in dem trichterförmigen Raume, der die Vene im Anfange des Scleralcanales umgibt, zwischen dem dort befindlichen Balkenwerke und den Bündeln der Sclera stehen geblieben ist. Ich glaube, dass die Erklärung dafür einfach darin zu suchen ist, dass, da die Injection nur unter schwachem Drucke ausgeführt wurde, die Masse dort leichter vordrang, wo sie aus dem Perichorioidalraume, dem schrägen Venenverlaufe folgend, nur unter sehr stumpfem Winkel in den Scleralcanal sich ergoss, während sie an der entgegengesetzten Seite einstweilen nicht weiter gegangen war, offenbar nur desswegen, da sie dort unter sehr spitzem Winkel nach rückwärts hätte umbiegen müssen, wogegen sich jedenfalls ein grösserer Widerstand vorgefunden hätte, zu dessen Überwindung der geringe Druck der Injection sicherlich noch zu schwach war. Hätte man diesen Druck gesteigert, so wäre auch hier die Flüssigkeit zwischen Sclera und Vene in den Tenon'schen Raum abgeflossen.

[1] L. c., S. 40.
[2] L. c., S. 35

Fig. 4 und 5 zeigen Äquatorialschnitte durch die Wand eines Bulbus, dessen Perichorioidalraum mit blauer Gelatineleimmasse injicirt worden war. An der ersteren Abbildung erscheint der Querschnitt der Injectionsmasse als länglicher, an beiden Seiten zugespitzter Streifen an der Aussenseite der Vene, die sich, wie gewöhnlich, als längsovaler Spalt präsentirt. Durch die Injectionsmasse ist das Endothel der Vene von der Wand des Scleralcanals abgehoben worden, nach den früher geschilderten histologischen Verhältnissen also eine künstliche Trennung dieser sonst mit einander verwachsenen Gebilde erzeugt worden, ausserdem aber sieht man zu den beiden Seiten die blaue Masse noch zwischen den Scleralfasern, ziemlich weit von der Vene weg, vorgedrungen, wo sich sonst an nicht injicirten Objecten von einer Spaltbildung keine Spur vorfindet. Noch anschaulicher wird dieser Umstand bei Betrachtung eines weiteren Schnittes dieser Serie, z. B. an der Aussenseite der Sclera, wovon uns Fig. 5 ein Bild gibt. Die Venenwand besteht hier bereits ausser dem Endothelrohre noch aus einer adventitiellen Schichte, in welcher sich schon Muskelfasern bemerkbar machen. Hier sieht man die Injectionsmasse zwischen Intima und Adventitia der Vene, oder zwischen Bündeln der adventitiellen Schichten, von wo aus sie bei stärkerem Drucke in das Gewebe zwischen Sclera und Augenmuskeln dringt, was nur nach arteficieller Trennung (Zerreissung) des Zusammenhanges aller dieser Theile geschehen kann; die Flüssigkeit nimmt also auch hier einen Weg, der vorher als Bahn für Flüssigkeitsströme nicht bestanden hatte. Man sieht an diesem Präparate an der Aussenseite der Sclera die schon mit Adventitia versehene Wirbelvene, an der einen Seite derselben die Injectionsmasse noch in der Sclera, zwischen deren einzelnen Fasern; weiter nach aussen, wo die adventitiellen Schichten mehr und mehr an Dichte zunehmen, ist die Masse an einer Stelle bereits in das Gewebe des Tenon'schen Raumes vollständig eingedrungen, während sie an der anderen Seite zwischen Endothel und Adventitia der Vene als feiner blauer Streifen ausläuft. Wo die Masse in dicker Schichte in den Tenon'schen Raum hinausgeflossen ist, lässt sich über ihre Lage wohl nichts Genaueres sagen, da die histologischen Details durch die intensiv dunkle Farbe der Gelatineleimmasse vollständig

verdeckt sind; um so deutlicher aber sieht man an der entgegengesetzten Seite, dass hier nur ein Artefact vorhanden ist, da man doch ganz gewiss nicht eine Lymphbahn zwischen Intima und Adventitia einer Vene annehmen kann, die also nicht einmal perivasculär gelegen wäre, sondern innerhalb zweier Gewebsschichten, welche die Wand eines Blutgefässes bilden.

Nach dem bisher Gesagten kann es als sicher gelten, dass es um die Wirbelvenen keinen perivasculären Lymphraum gibt; die Nothwendigkeit eines solchen entfällt aber von selbst, wenn der Nachweis gelingt, dass weder der Perichorioidalraum, noch die Spalträume zwischen den Augenmuskeln und dem Bulbus als Lymphbahnen des Auges anzusehen sind. Dazu ist jedoch wieder ein näheres Eingehen in die Histologie dieser Regionen nothwendig. Bezüglich des Suprachorioidalraumes brauche ich nur auf die Beschreibung desselben durch Schwalbe zu verweisen, der uns eine sehr genaue Schilderung des daselbst durch Silberlösungen nachweisbaren Endothels, der zwischen Chorioidea und Lamina fusca sclerae ausgespannten Fäden und Balken, sowie auch der Ausdehnung dieses Raumes in injicirtem Zustande beim Menschen sowohl, als auch bei einigen Thieren gibt, wozu ich jedoch bemerke, dass durch die Injection dieser Raum zum Mindesten gegen die Eintrittsstelle des Nervus opticus hin eine künstliche Vergrösserung erhält.

Anlangend die mikroskopische Anatomie des Tenon'schen Raumes sind jedoch noch einige bemerkenswerthe Details nachzutragen. Der Übergang des Scleralgewebes in das angrenzende Gewebe geschieht nämlich nur allmählich, wenn er sich auch an einigen Stellen rascher, an anderen minder schnell vollzieht.

An der vorderen Hälfte des Bulbus, nahe der Cornealscleralgrenze sieht man die Bündel der weissen Augenhaut sich langsam auffasern und nur allmählich in das subconjunctivale Bindegewebe übergehen, was in Fig. 6 ganz anschaulich dargestellt ist. Etwas Ähnliches findet sich aber auch unmittelbar hinter dem Äquator, wo die Muskeln der Sclera nicht mehr knapp anliegen. In Fig. 7 ist eine solche Stelle, in äquatorialer Richtung geschnitten, abgebildet; man sieht hier zur Sclera parallel ziehende Bindegewebsfasern, die allerdings gegen den Muskel zu etwas spärlicher werden; der Übergang zu dem dichten Scleralgewebe

vollzieht sich jedoch auch hier nur sehr langsam. Verfolgt man die Anordnung dieses Gewebes noch weiter nach rückwärts, so wird man die bindegewebige Brücke zwischen Augenmuskel und Sclera nach und nach in jenes Fettgewebe übergehen sehen, das den Raum hinter dem Bulbus ausfüllt und nur von jenen Gebilden durchsetzt wird, die sich zum Bulbus begeben oder von demselben herkommen. Aber ein Spaltraum in jenem Sinne, wie ihn Schwalbe durch seine Injectionen nachgewiesen zu haben glaubt, findet sich hier nicht vor; jedoch existiren an einigen Orten der Circumferenz des Bulbus Stellen, an denen die eben beschriebene, ziemlich dichte Bindegewebsschichte lockerer erscheint, und zwar befinden sich diese unmittelbar unter den Insertionen der geraden und schiefen Augenmuskeln, respective unter den Sehnen dieser. Um nämlich eine Drehbewegung des Augapfels bewirken zu können, muss jeder der geraden Augenmuskeln den Äquator des Bulbus überschreiten, da anderenfalls jede Contraction eines solchen Muskels nur ein Zurücktreten des Auges in die Orbita zur Folge haben könnte; dementsprechend gehen die Sehnen der Muskeln 7—8 *mm* vor dem Äquator in die Sclera ein, dieselbe nicht unbeträchtlich verstärkend. Unter den Sehnen ist nun allerdings ein Spaltraum vorhanden, der nach rückwärts bis nahe zum Äquator reicht, der aber auch, ähnlich wie der Perichorioidalraum, von feinen Fäden durchzogen ist, die sich, je mehr sie dem Äquator naherücken, immer dichter und dichter anordnen, bis sie endlich nach Überschreitung des Äquators jenes früher beschriebene dichte Bindegewebe formiren, das zwischen Sclera und Musculatur liegt und gegen den Hintergrund der Orbita zu in das retrobulbäre Fett übergeht. Dieses Verhalten ist in Fig. 8 zu sehen, die uns einen Schnitt durch Sclera und Muskelsehne vor Augen führt. Man sieht sehr schön jenes lockere Gewebe zwischen Sclera und Sehne, sowie das Dichterwerden desselben nach rückwärts unter dem Muskel. Zum Vergleiche mit diesem Präparate stelle ich die Abbildung eines sagittalen Meridionalschnittes durch das Auge eines viermonatlichen menschlichen Embryos daneben (Fig. 9), an dem sich in der Chorioidea noch keine Spur von Pigment findet, ebenso fehlt auch jede noch so geringe Andeutung eines Spaltraumes, der dem Perichorioidalraume entsprechen könnte. Man begegnet aber auch unter dem

Muskel und seiner Sehne nicht jenem lockeren Gewebe, wie es beim Erwachsenen vorkommt, sondern überall liegt zwischen diesen und der Sclera dichtes, der Sclera parallelfaseriges, von derselben kaum zu unterscheidendes Bindegewebe. Da sich die Spalträume zwischen Chorioidea und Sclera einerseits, zwischen dieser und der Muskulatur anderseits erst viel später entwickeln, scheint ihr Auftreten nur ein Postulat der Bewegungen des Bulbus zu sein, respective eine Folge der durch die Accommodation bedingten Verschiebungen der Chorioidea an der Sclera. Diese Verhältnisse hat auch Schwalbe schon gekannt, wie aus seiner Äusserung[1] hervorgeht: „Ich bin desshalb geneigt, die stärkere Entwicklung der Suprachorioidea dem Einflusse der Accommodation zuzuschreiben.“ Ganz dasselbe ist nun sicher auch bei der Entwicklung jener nur von zarten Bindegewebsbälkchen durchzogenen Räume unter den Augenmuskeln der Fall. Denn da bei jeder Contraction eines Augenmuskels sich derselbe bei der nun folgenden Drehbewegung des Augapfels von diesem entfernen (abwickeln) muss, ist die Anwesenheit eines lockeren Gewebes zwischen den sich aneinander bewegenden Theilen unbedingt nothwendig, da jedes dichter gefügte Gewebe einen zu grossen Widerstand setzen würde. Daraus erklärt sich auch, warum weiter nach rückwärts, hinter dem Äquator des Bulbus, das episclerale Gewebe dichter angeordnet sein kann, als unter der Sehne, einfach aus dem Grunde, weil die Verschiebung zwischen Sclera und Muskel immer geringer wird, je weiter man sich dem hinteren Pole des Bulbus und dem Ursprunge der Augenmuskeln nähert.

Interessante Verhältnisse liefert in dieser Hinsicht die Untersuchung der Augen verschiedener Thiere, bei denen man den Ciliarmuskel in sehr differirender Weise entwickelt findet, wobei dann im Verhältnisse zu dessen Mächtigkeit auch die Entfaltung des perichorioidalen Spaltensystems steht. So zeigt z. B. unsere Hauskatze einen sehr stark ausgebildeten Ciliarmuskel, der sehr weit nach rückwärts reicht, demgemäss entsprechend seiner Länge eine ziemlich bedeutende Verschiebung der Chorioidea an der Sclera hervorrufen können wird; offenbar aus diesem

[1] L. c., S. 13.

Grunde ist auch das perichorioidale Maschenwerk sehr deutlich ausgeprägt und besteht aus Bindegewebsbalken, die wie beim Menschen sich von der Chorioidea zur Sclera hinüberziehen und allenthalben mit Pigmentzellen bedeckt sind. Untersucht man dagegen das Auge des Igels, das eine sehr stark gewölbte, nahezu bis an den Äquator reichende Cornea besitzt, so sieht man den Ciliarmuskel an den meisten Schnitten einer und derselben Serie derart von Pigment durchsetzt, dass manchmal kaum etwas von Muskelsubstanz wahrzunehmen ist. Bei diesem Thiere fehlt nun der Perichorioidalraum vollständig, sicherlich nur aus dem Grunde, weil bei der Kleinheit des Auges überhaupt, dann in Folge des relativ schwachen Ciliarmuskels und der geringen Länge der Chorioidea (liegt ja doch der M. ciliaris fast im Äquator) die Verschiebung zwischen Chorioidea und Sclera nur eine ganz minimale sein kann, wenn überhaupt je eine solche zu Stande kommt. An Stelle der beim Menschen sehr locker gewebten Suprachorioidea und der in derselben befindlichen Spalten sieht man beim Igel zwischen Chorioidea und Sclera sehr dichtes, pigmentirtes Gewebe, das seiner Lage nach ganz der Lamina fusca sclerae entspricht, aber bedeutend stärkere Dimensionen zeigt und nur scheinbar Lücken enthält, denn diese erweisen sich bei starker Vergrösserung immer von kernhältigen Scleralfasern ausgefüllt. Versucht man an einem dünnen Schnitte des Igelauges durch Zupfen mit zwei Präparirnadeln die Chorioidea von der Sclera zu trennen, so gelingt dies nicht. Stets bleibt die Aderhaut mit jener der Lamina fusca sclerae entsprechenden pigmentirten Lamelle in innigem Zusammenhange; aber auch diese ist mit den Scleralfasern fest verwachsen. Auch von einem Spaltraume zwischen Bulbus und den Augenmuskeln ist nichts wahrzunehmen, ausgenommen eine sehr kleine Spalte am Orte der grössten Verschiebung zwischen Sehne und Sclera, also unmittelbar unter der ersteren, während unter der eigentlichen Muskelsubstanz, zwischen ihr und der Sclera sich genau so wie beim Menschen dichtes Bindegewebe vorfindet, das nach und nach in das retrobulbäre Fettgewebe übergeht (Fig. 10).

Noch prägnanter sind diese Verhältnisse beim Maulwurfe, wo von einem Raume zwischen der sehr wenig pigmentirten Chorioidea und der sehr dünnen Sclera keine Spur vorhanden ist

ebenso wenig zwischen dieser und den Augenmuskeln, wohl auch nur aus dem früher angeführten Grunde, nämlich einer der ausserordentlichen Kleinheit des ganzen Sehorganes entsprechenden geringen Excursion der bewegenden und bewegten Theile. Nimmt man darauf Rücksicht, so bleibt es ziemlich irrelevant, ob man den Ciliarmuskel beim Maulwurf so stark annimmt, wie Hess,[1] der ihn als 0·02 *mm* starke, der Sclera anliegende Schichte beschreibt, was einem Neuntel des Retinadurchmessers, der mit 0·18 *mm* angegeben wird, entsprechen würde, obwohl es mir scheint, dass der M. ciliaris nicht in diesem Maasse entwickelt vorzukommen pflegt. Leider ist in der Abbildung, die Hess zu seiner Abhandlung gibt, von einem Ciliarmuskel nichts zu sehen, so dass ein Vergleich der Dicke des Ciliarmuskels mit der der Retina nicht möglich ist.

C. Kohl spricht sich über den Muskel überhaupt nicht genauer aus, sondern sagt nur:[2] „Die processus ciliares sind stark entwickelt und stets vollkommen pigmentirt."

Jedenfalls ist es, sowie auch beim Igel, sehr schwer, wegen des so zahlreich angehäuften Pigmentes einen sicheren Schluss auf die Dimensionen des Ciliarmuskels zu ziehen, was auch von Kadyi[3] zugestanden wird. Was aber unmittelbar an der Sclera von länglichen, kernhältigen, sich auch stärker färbenden Fasern zu sehen ist, kann man nicht ohneweiters als Musculatur ansprechen, da man auch sonst an den verschiedensten Orten der Sclera ähnliche Gebilde sehen kann. Immerhin ist es auffallend, dass gerade solche Augen einen sehr mangelhaft ausgebildeten Ciliarmuskel besitzen (und dass dies der Fall ist, dafür scheint mir das Auftreten von Pigment zu sprechen, wo sich sonst nur Muskelsubstanz vorfindet), welche eine sehr stark gewölbte Cornea und ebensolche Linse besitzen. Eine solche Hornhaut besitzt bekanntlich der Maulwurf, man kann sogar sagen, dass dessen Cornea einen Conus mit abgerundeter Spitze darstelle, während der Igel ebenfalls eine Hornhaut mit sehr kleinem Krümmungsradius aufweist, dazu aber auch eine Linse, die sehr stark biconvex ist. Ob auch der Maulwurf eine solche Linse

---

[1] Graefe's Archiv, Bd. XXXV, 1. Abth., S. 3.

[2] Zoolog. Anzeiger, 1889, Nr. 312 und 313.

[3] Denkschrift. der Akademie der Wissenschaften in Krakau, Bd. IV.

besitzt, vermag ich bis jetzt nicht zu entscheiden, da ich ihre Dimensionen bei mehreren Exemplaren von *Talpa europaea* erheblich variiren gesehen habe. Möglicherweise lässt sich dieser Umstand auch unseren Conservirungsmethoden zuschreiben, die den Kern aller Linsen von erwachsenen Thieren und Menschen in eine sehr harte, spröde, bröckelige Masse umwandeln, die nur in Celloidin schnittfähig wird, während die Maulwurfslinse, wie die Linsen der Embryonen bis zu einem gewissen Alter, vollständig weich und auch in Paraffin sehr leicht schneidbar bleibt. Dabei wäre es aber denkbar, dass eine solche Linse schrumpft, wie es auch der Glaskörper gewöhnlich zu thun pflegt, und dabei ihre Contouren ändert.

Gewiss erscheint es mir aber, dass diese kleinen Bulbi einen sehr starken dioptrischen Apparat besitzen, dessen Brennweite, wie an jedem Durchschnitte durch ein solches Auge sehr leicht zu sehen ist, eine sehr kleine ist, was unbedingt mit sich bringen muss, dass der Accommodation nur eine sehr kleine Rolle zufallen kann, da die Focaldistanz sich nahezu gleich bleibt, mögen die zu brechenden Strahlen die brechenden Medien parallel treffen, wie beim Sehen in die Weite, oder divergent, wie beim Sehen in der Nähe. Bewegt sich aber die Accommodation nur innerhalb sehr enger Grenzen, so resultirt daraus eine ganz minimale Verschieblichkeit der Chorioidea, und damit entfällt naturgemäss die Nothwendigkeit eines lockeren Zwischengewebes zwischen Ader- und Lederhaut. Wäre jedoch der Perichorioidalraum ein Lymphraum, so dürfte er bei den im Principe mit dem Menschenauge vollständig gleich construirten Igel- und Maulwurfsauge unter gar keinen Umständen fehlen.

Nach alledem ist es wohl sicher, dass weder der Perichorioidalraum, noch der Tenon'sche Raum als Lymphräume zu deuten sind, da gegen diese Auffassung theilweise die histologischen Verhältnisse, dann aber auch die Entwicklungsgeschichte, die Resultate der vergleichend-anatomischen Untersuchungen, sowie die Mechanik der Accommodation und Bulbusbewegung sprechen.

Dass man beide Räume injiciren kann, beweist noch immer nichts, da die oben beschriebenen zarten Gewebe dem Drucke der Injectionsmassen sehr leicht nachgeben (zerreissen) und

denselben in der Richtung des geringsten Widerstandes einen Ausweg gestatten, im Tenon'schen Raume demnach nur nach rückwärts, da nach vorne das derbe subconjunctivale, gegen die Sclera nicht scharf abgegrenzte Gewebe der Injectionsmasse Halt gebietet. Die in den Perichorioidalraum injicirten Massen finden den geringsten Widerstand in dem die Vortexvenen umgebenden trichterförmigen Gewebe, von wo aus sie wie ein Keil zwischen der Wand des Scleralcanals und dem Endothelrohr der Vene, ja sogar zwischen den Scleralfasern selbst vordringen, dann aber in der Adventitia der Vene fortschreiten, bis der steigende Druck die Fasern der Adventitia auseinander drängt, um der Flüssigkeit einen Ausweg in das Gewebe des Tenon'schen Raumes zu verschaffen. Aus der Möglichkeit, solche Spalträume mit erstarrenden Massen zu füllen, darf nie gefolgert werden, dass man einen Lymphraum vor sich hat, man müsste ja sonst auch den Raum zwischen knöchernem Schädel und Galea aponeurotica, der auch, wie schon makroskopisch zu sehen ist, von zartem Bindegewebe erfüllt ist, als Lymphraum erklären, da seine Injection auf weite Strecken sehr leicht gelingt. Genau betrachtet verlaufen die Injectionsmassen in diesen Fällen nicht in Bahnen, die de norma Flüssigkeiten zur Fortbewegung dienen, sondern sie dringen zwischen einzelnen Gewebsschichten, wo kein zu grosser Widerstand sich entgegenstellt, unter Zerreissung der dünneren Zwischenschichten weiter, verhalten sich also genau so wie Extravasate.

Dass wir aber unter den Sehnen wirklich eine deutliche Spalte finden, kann uns nicht befremden, da wir dafür in der Anatomie mannigfache Analoga in Gestalt der Schleimbeutel, Sehnengelenke und Sehnenscheiden haben, an deren innerer Auskleidung sich dieselben Silberbilder nachweisen lassen, wie im Perichorioidalraume. Als Beispiele solcher durch Bewegung, respective Excursionsgrösse zwischen bewegten Theilen bedingter Spalträume genügt die Erwähnung der Bursa subscapularis, des Schleimbeutels unter der Bicepssehne bei deren Insertion an der Tuberositas radii, des Sehnengelenkes zwischen Tensor palati mollis und dem Hamulus pterygoideus, des Schleimbeutels zwischen Iliopsoas und Hüftbein etc. etc. Auch die Entwicklung dieser Spalten geht genau so vor sich, wie die des Tenon'schen

und perichorioidalen Raumes, denn bei der Untersuchung einer Querschnittserie durch den Vorderarm desselben viermonatlichen Embryo, von dem der sagittale Schnitt durch das Auge stammt, war von den Sehnenscheiden der Fingerbeuger noch keine Spur zu sehen. Diese beim Erwachsenen so schön sichtbaren, auch injicirbaren Räume entwickeln sich später nur auf Grund der Nothwendigkeit leichterer Bewegung und Reibungsverminderung.

Es bleibt daher nichts Anderes übrig, als die Entstehung des Perichorioidalraumes auf die Verschiebung der Chorioidea an der Sclera zurückzuführen und den Tenon'schen Raum, d. h. die Spalten unter den Sehnen der Augenmuskeln als Sehnen- oder Muskelgelenkräume aufzufassen.

Betrachtet man ferner die Stellen, an den die Vortexvenen in der Regel den Scleralcanal verlassen, denn kleinere Abweichungen kommen auch hier vor, so wird man dieselben an der oberen Hälfte des Bulbus 7—8 *mm* hinter dem Äquator finden, an der unteren Seite jedoch nur 5—6 *mm* hinter diesem (E. Fuchs), also an Stellen, wo die Muskeln nicht mehr direct der Sclera anliegen, sondern von dieser bereits durch die vorhin beschriebene ziemlich dichte Zwischenschichte getrennt sind, wo der unter der Sehne befindliche Spaltraum also nicht mehr existirt. Fuchs[1] sagt selbst indem er von diesen Austrittstellen spricht: „An dieser Stelle liegt stets schon eine nicht unbeträchtliche Schichte orbitalen Fettgewebes zwischen den geraden Augenmuskeln und der Sclera.“ Wie aber aus der Betrachtung der mikroskopischen Bilder von Querschnitten der Vortexvenen hervorgeht, verlaufen diese ohne jeden perivasculären Raum durch die Sclera und treten, nachdem sie diese passirt haben, auch nicht in einen Spaltraum, sondern sind ausser von ihrer Adventitia noch von dem episcleralen Bindegewebe umgeben. Man kann daher diese Adventitia auch nicht als Fortsetzung der suprachorioidalen Lamellen auffassen, wie Fuchs dieses aus der Anwesenheit vereinzelter Pigmentzellen schliessen zu können glaubt, denn es findet sich, wie schon erwähnt, Pigment ziemlich häufig in der Sclera, besonders bei gewissen Thieren so z. B. beim Schwein, sondern es waltet hier dasselbe Ver-

[1] L. c., S. 41.

hältniss vor, wie bei den Emissarien der Schädelvenen oder bei Venen, die straffe Fascien durchsetzen. Auch diese sind ohne Tunica muscularis fest mit ihrer Umgebung verwachsen, so dass das Lumen solcher Venen unter allen Umständen erhalten bleibt und bei Durchschneidung der Vene nicht durch Zusammenfallen der Wände schwindet, sondern stets klafft, wodurch bekanntlich eine für die Fortbewegung des venösen Blutes günstige Saugwirkung erzeugt wird. Nach dem Verlassen solcher Canäle sind die Venen wieder mit Muscularis und Adventitia versehen und in lockeres Bindegewebe eingebettet, das durch seine Nachgiebigkeit Schwankungen der Blutfüllung in gewissem Grade gestattet. Da nun die Vortexvenen in ganz gleicher Weise gebaut sind, scheinen sie durch diese Einrichtung der Blutcirculation im Auge förderlich zu sein. In diesem Sinne scheint auch dem im Anfange des Scleralcanals die Vene umgebenden suprachorioidalen Gewebe eine Bedeutung zuzukommen, indem es die fehlende Adventitia ersetzt und das Blutgefäss bei den Verschiebungen der Chorioidea an der Sclera vor Knickung (Dehnung) und folgender Verengerung des Lumens bewahrt.

Nach der Topographie der Austrittstellen der Vortexvenen aus der Sclera ist demnach jede Möglichkeit ausgeschlossen, dass hier eine Communication zwischen dem perichorioidalen und Tenon'schen Raume vorhanden sein könnte. Noch bleibt aber zu besprechen, ob diese Communication durch jene Räume zu Stande kommen kann, die sich um die Ciliargefässe und -Nerven vorfinden.

Die genannten Gebilde treten am hinteren Pole des Bulbus an denselben heran, an einer Stelle, wo sich beim Menschen keine Musculatur befindet, und durchsetzen das rings um den Nervus opticus gelegene Fettgewebe; die Sclera durchbohren sie in schiefer Richtung und sind dabei ringsum von feinen Bälkchen umgeben, die theils parallel zu ihnen verlaufen, theils Verbindungen dieser mit Pigmentkörnchen versehenen Bindegewebsfasern unter sich, mit der Wand des Scleralcanals und der Arterie, respective dem Nerven darstellen. E. Fuchs sagt darüber:[1] „Weder die Arterie, noch der Nerv sind irgendwo mit

[1] L. c., S. 52.

der Wand des Scleralcanales verwachsen. Es befindet sich daher zwischen ihnen und dem Scleralcanale in dessen ganzer Länge ein freier Raum — Lymphraum.“ Aber auch diese angeblichen Lymphräume können mit dem Tenon'schen Raume keine Beziehungen haben, da, wie früher schon nachgewiesen wurde, eine wirkliche Spalte nur unter den Sehnen der Muskeln vor dem Äquator zu finden ist, und auch diese keinen Lymphraum darstellt, hinter dem Äquator jedoch der Sclera Bindegewebe anliegt, das in das retrobulbäre Fettgewebe übergeht, ohne dass es irgendwo zu einer evidenten Spaltbildung kommt. Überdies lassen sich diese perivasculären, von lockeren Geweben erfüllten Räume nie vom Perichorioidalraum aus injiciren, welcher Umstand Fuchs zu folgender Äusserung Anlass gibt: „Es ist immerhin auffallend, dass die Injection dieser Räume so schwer gelingt. Ich dachte dadurch zum Ziele zu kommen, dass ich vor der Injection die Lymphräume der Wirbelvenen durch kleine Holzspähne verschloss. Wenn ich dann den Perichorioidalraum injicirte, konnte ich den Bulbus bis zur Steinhärte füllen und beliebig lange auf dieser Spannungshöhe erhalten, ohne dass Flüssigkeit längs der Wirbelvenen abfloss. Trotzdem füllten sich weder bei Menschen- noch bei Schweinsaugen die um die Arterien und Nerven gelegenen Lymphräume.“ Untersucht man jedoch die Ausdehnung des Raumes zwischen Chorioidea und Sclera, so wird man sehr bald die Ansicht gewinnen, dass eine solche Füllung vom Perichorioidalraume aus ganz undenkbar ist, denn dort, wo die Arterien und Nerven nach vollendetem Durchtritte durch die Sclera zwischen dieser und der Chorioidea sich in Zweige auflösen, oder von hier aus noch weiter nach vorne verlaufen, ist die Verwachsung der Ader- und Lederhaut eine so feste, dass von einem Spaltraume nicht die Rede sein kann.

Die Räume um die genannten Gefässe und Nerven haben vielmehr eine ganz andere Bedeutung. Da die Ciliararterien vermöge ihrer Tunica muscularis ihr Volumen ändern können, muss in ihrer Umgebung ein Gewebe vorhanden sein, das entweder durch Compressibilität oder durch das Vermögen, nach irgend einer Richtung, hier also gegen die retrobulbären Fett- und Bindegewebsschichten, auszuweichen, der Arterie Platz für Schwankungen ihres Durchmessers schafft. Die Ciliarnerven

hingegen benöthigen eine solche bindegewebige Hülle, um bei den Bewegungen des Bulbus nicht gezerrt zu werden, was unbedingt geschehen müsste, wenn sie mit der Sclera direct verwachsen wären, während durch das lockere Gewebe der Nerv hinlänglich vor schädlichen Einflüssen geschützt ist. Schliesslich erwähne ich noch folgende instructive Beobachtung. Durch Zufall kam ich in die Gelegenheit, einen Injectionsversuch an einem noch sehr frischen Auge eines Panthers zu machen. (Die Hornhaut dieses Bulbus war noch ganz klar, ihr Epithel noch ganz erhalten und die Spannung des Auges vor der Injection sicherlich noch nicht bedeutend unter die normale gesunken.) Es gelang mir bei diesem Thiere trotz Anwendung eines ausserordentlich hohen Druckes absolut nicht, die Injectionsmasse aus dem Perichorioidalraume längs der Wirbelvenen an die Bulbusoberfläche zu treiben. Der Grund hiefür ist offenbar nur darin zu suchen, dass bei der kolossalen Dicke der Sclera des Panthers die Verwachsung der Wand der Vortexvenen mit der Wand des Scleralcanales genügend fest war, um selbst einem so grossen Druck nicht nachzugeben.

Somit ist der Nachweis geliefert, dass der Perichorioidalraum keine Communicationen mit einem Lymphraume besitzt, also auch kein Lymphraum sein kann. Viel plausibler und ungezwungener ist jedenfalls die Auffassung, dass das ihn erfüllende Maschenwerk und die in demselben befindlichen Spalträume ihre Entstehung nur den durch die Accommodation bedingten Contractionen des Ciliarmuskels verdanken, wofür erstens die sich spät vollziehende Entwicklung dieses Raumes spricht und zweitens der Umstand, dass bei kleinen Augen, wie wir sie bei kleinen Säugern, z. B. Igel und Maulwurf finden, ein solcher Raum überhaupt nicht angetroffen wird und auch nicht nothwendig ist, da die Verschiebungen zwischen Sclera und Chorioidea bei der Kleinheit des Auges, der Kürze der Chorioidea und der geringen Mächtigkeit des Ciliarmuskels stets nur sehr minimale sein können, wenn nicht durch die geringe Brennweite des dioptrischen Apparates und der daraus sich ergebenden unendlich kleinen Unterschiede in der Grösse der Focaldistanzen bei parallel und divergent auf die Hornhaut fallenden Strahlen eine Accommodation gänzlich überflüssig wird und damit auch das Vorhandensein

eines perichorioidalen Raumes unnöthig erscheint. Ja es wäre sogar denkbar, dass gerade diese Thiere vermöge ihrer Lebensweise nur ein Sehvermögen besitzen, das sie zu deutlichem Sehen auf kurze Entfernungen befähigt, und selbst auch von sehr weit gelegenen Gegenständen, auch bei mangelhafter oder gar fehlender Accommodation, genügend scharfe Bilder liefert, so dass solche Thiere als myopische zu bezeichnen wären.

Ergebnisse.

1. Weder das Maschenwerk zwischen Chorioidea und Sclera, noch die Spalträume zwischen letzterer und der Musculatur des Bulbus sind als Lymphräume aufzufassen.

2. Der Tenon'sche Raum existirt als solcher nur zwischen den Sehnen der Augenmuskel und der Sclera, also nur vor dem Äquator; von diesen Stellen an findet man, je weiter man sich dem hinteren Pole des Bulbus nähert, immer dichter werdendes Gewebe, das in die Sclera übergeht, ohne einen Spaltraum mit dieser zu begrenzen und auch gegen das retrobulbäre Fettgewebe nur einen allmäligen, aber continuirlichen Übergang zeigt.

3. Beide Räume stehen zur Grösse des Bulbus in directem Verhältniss, respective zur Grösse der bewegenden und bewegten Theile; demgemäss finden sie sich in kleinen Augen gewisser Säugethiere nur angedeutet oder fehlen ganz.

4. Beide Räume sind demnach sowohl in anatomischer Hinsicht, sowie nach ihrer Entwicklung als Gelenkräume aufzufassen.

5. Zwischen beiden Räumen besteht keine Communication.

6. Ein perivasculärer Raum um die Venae vorticosae ist nicht vorhanden, da jedes solche Blutgefäss nur im ersten Drittel während des Verlaufes durch die Sclera von pigmentirtem Gewebe umgeben ist, in den übrigen zwei Dritteln ist jedoch die Vene, die nur aus einem Endothelrohr besteht, mit der Wand des Scleralcanales im ganzen Umfange innig verwachsen.

7. Der Weg, den die Injectionsmassen aus dem Perichorioidalraum nach aussen an die Bulbusoberfläche nehmen, ist ein künstlich gebahnter. Die Injectionsflüssigkeit dringt aus dem Maschenwerk zwischen Sclera und Chorioidea in das die Vortexvenen trichterförmig umgebende Gewebe, verläuft weiter zwischen Endothel der Vene und der Wand des Scleralcanales, gelangt in

fernerem Verlaufe zwischen die adventitiellen Schichten der Wirbelvene, die erst dort auftreten, wo das Gefäss den Scleralcanal verlassen hat, durchsetzt dieselben und breitet sich in dem den Zwischenraum zwischen Augenmuskeln und Sclera erfüllenden Bindegewebe aus.

8. Die Vortexvenen verlassen hinter dem Äquator den Scleralcanal, gelangen daher in keinen eine Lymphbahn darstellenden Raum, sondern verlaufen in dem episcleralen Gewebe von diesem dicht umschlossen.

9. Nach dem Passiren des Scleralcanales können sich die Injectionsmassen nur nach hinten ausbreiten, da sie an einem Vordringen nach vorne durch das gegen die Corneascleralgrenze immer dichter werdende episclerale Bindegewebe gehindert werden, bewegen sich jedoch auch hier nur in künstlich erzeugten Spalträumen, verhalten sich daher wie Extravasate.

10. Die mit pigmentirtem Bindegewebe erfüllten Räume um die Ciliargefässe und -Nerven sind auch keine Lymphräume, sondern haben nur den Zweck, den Arterien Volumsschwankungen zu gestatten und die Nerven vor Zerrungen, die sie durch die Bewegungen des Bulbus erleiden könnten, zu bewahren.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Äquatorialschnitt durch eine V. vorticosa des Menschen an der Grenze zwischen mittlerem und äusserem Drittel der Scleraldicke.

„ 2. Ein gleicher Schnitt durch eine V. vorticosa des Schweines.

„ 3. Meridionalschnitt durch die V. vorticosa des Schweines. Injectionspräparat. An der hinteren Seite der Vene ist die Injectionsmasse in dem das Gefäss umgebenden suprachorioidalen Gewebe stehen geblieben, an der vorderen (äusseren) Seite verlauft sie zwischen Endothel und den Scleralfasern, die sonst, wie an Fig. 1 und 2 zu sehen ist, innig mit einander verwachsen sind.

„ 4. Äquatorialschnitt durch die V. vorticosa des Schweines. Injectionspräparat. Die Injectionsmasse befindet sich an der äusseren Seite der Vene, zum Theile zwischen Endothel der Vene und Sclera, zum Theile in der Sclera selbst.

„ 5. Äquatorialschnitt durch die V. vorticosa des Schweines. Injectionspräparat. Die Vene besitzt bereits eine Adventitia. Die Injectionsmasse verlauft zwischen den Bündeln derselben.

F. Langer: Das menschliche Auge.

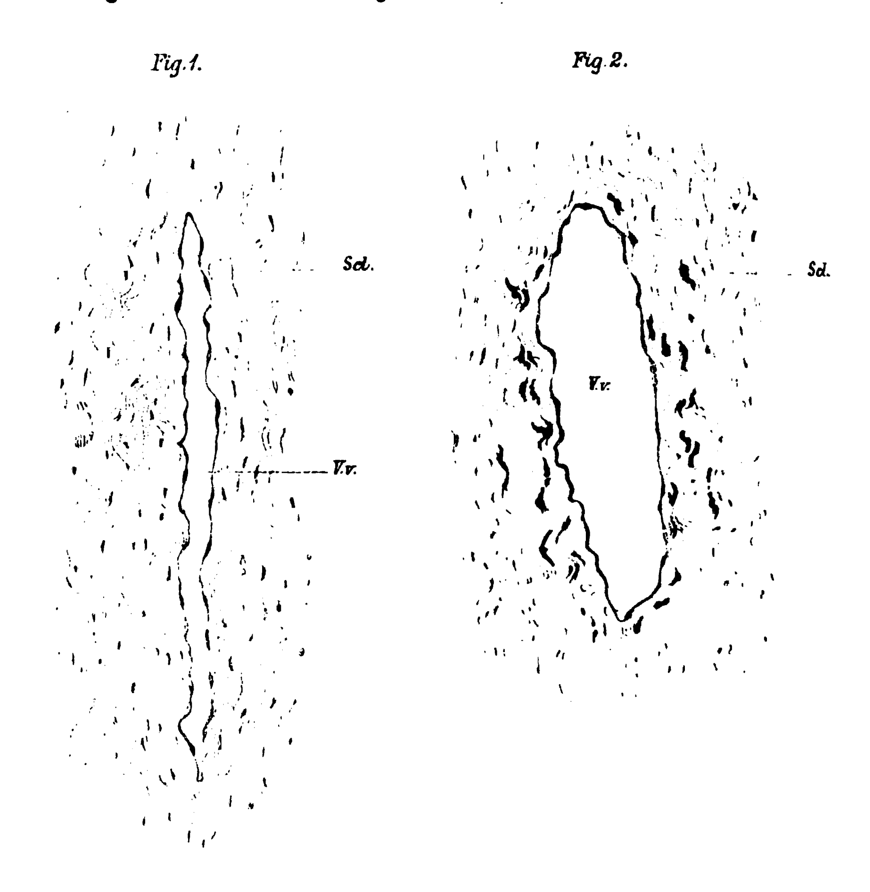


Fig. 3.

Scl.

V.v

Cho.

Taf. I.

Fig. 5.

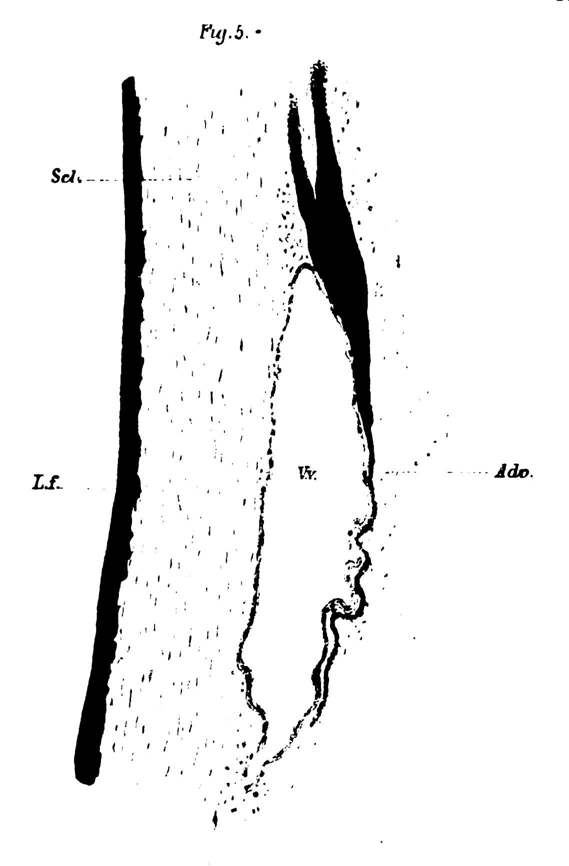
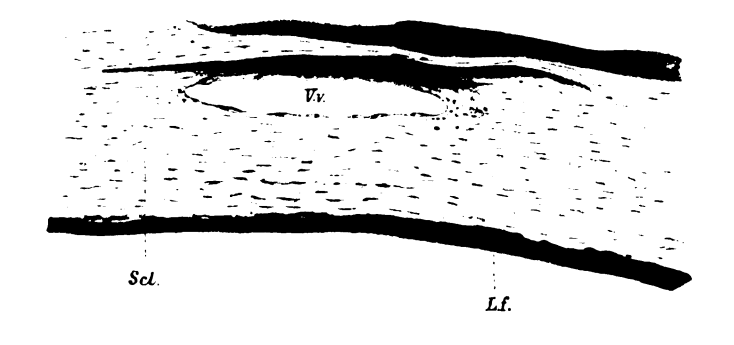
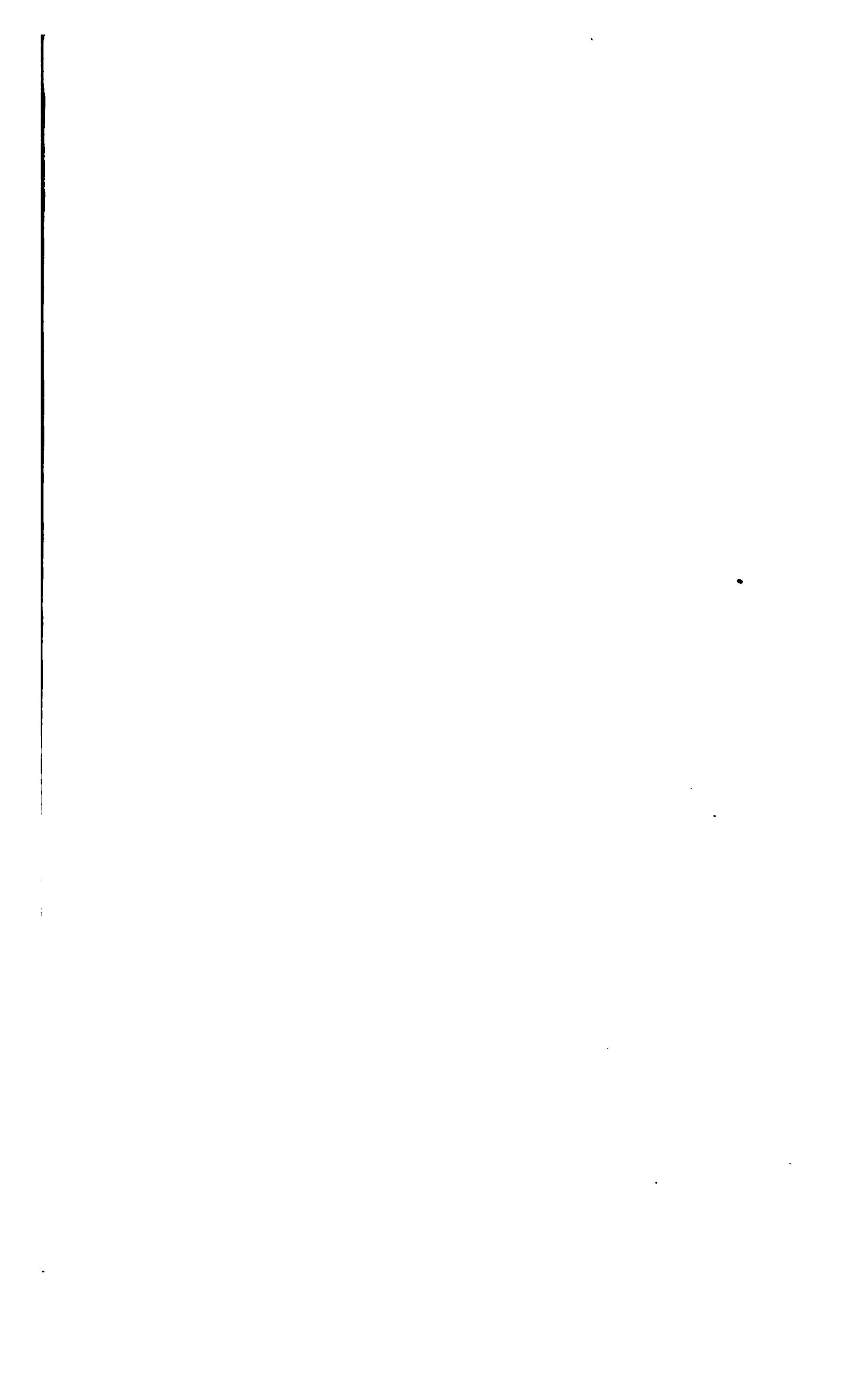
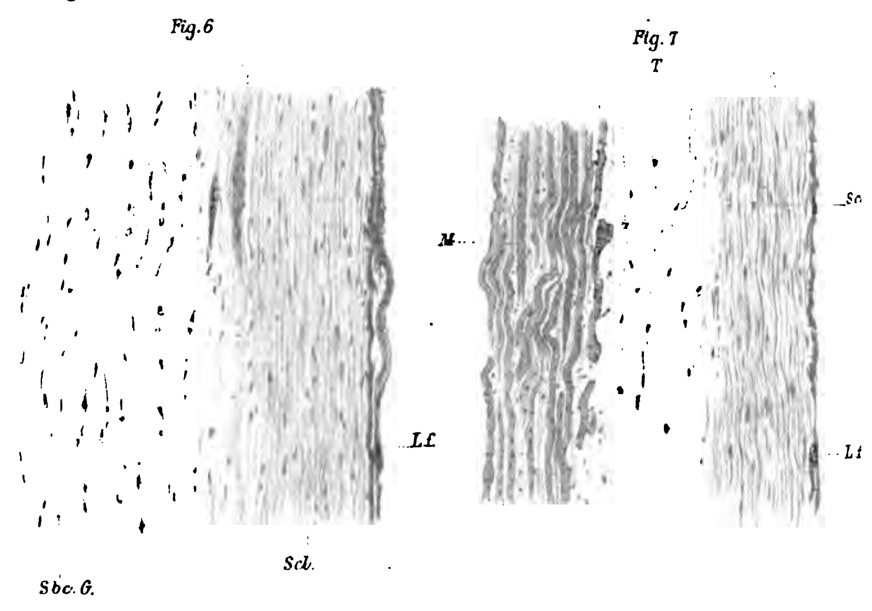


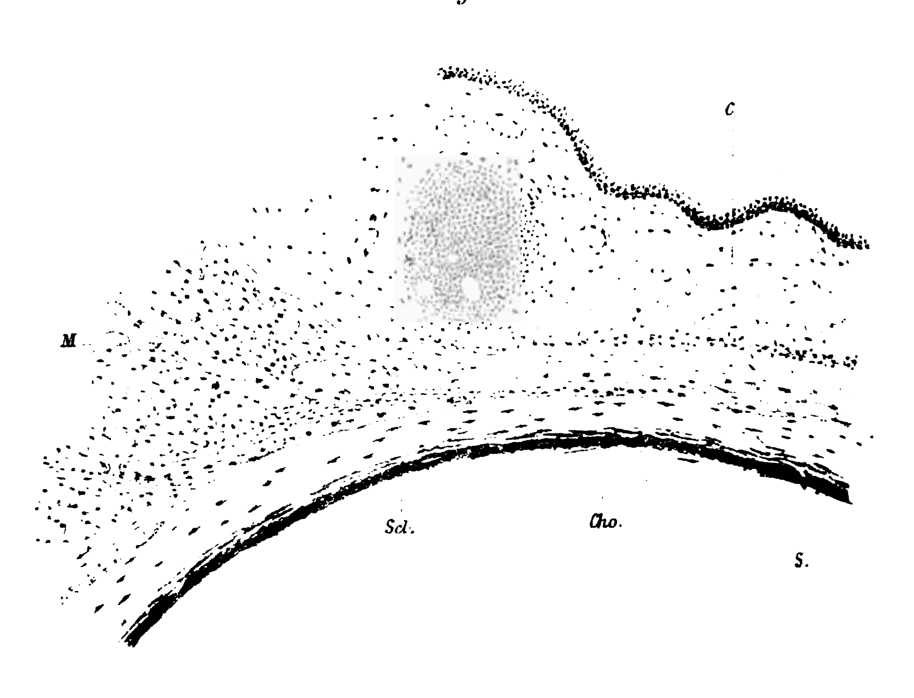
Fig. 4.

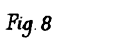


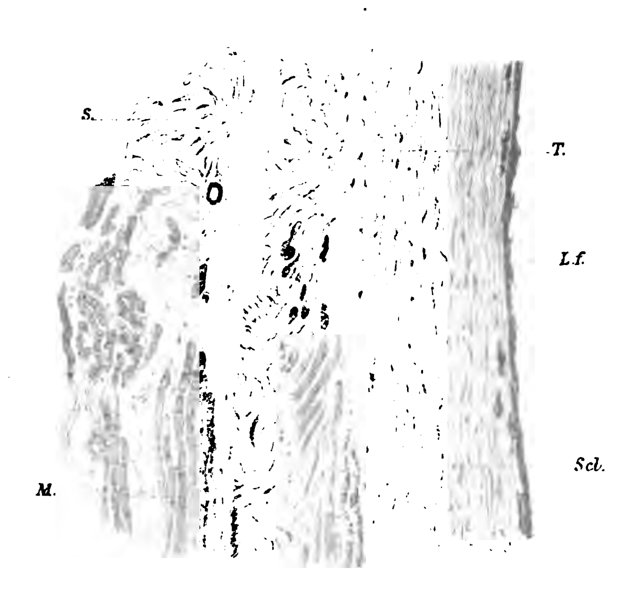
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien VII. Bez.

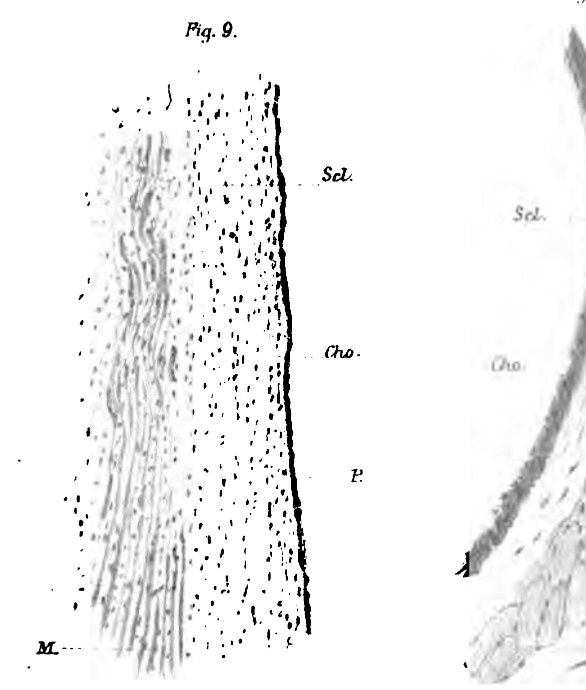



Fig. 6
Fig. 7
T
M
Lf
Lf
Sbc. G.
Scl.


Fig. 10.
C
M
Scl.
Cho.
S.







Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien, VII. Bez.

Fig. 6. Äquatorialschnitt durch die Bulbuswand eines Menschen, nahe der Corneascleralgrenze.

„ 7. Schnitt aus derselben Serie wie Fig. 6 zur Darstellung des Gewebes zwischen Sclera und den Augenmuskeln.

„ 8. Schnitt aus derselben Serie, wie die beiden vorhergehenden. Figuren zur Darstellung des Verhaltens des episcleralen Gewebes unter den Sehnen der Augenmuskeln.

„ 9. Bulbuswand und Augenmuskeln eines viermonatlichen menschlichen Embryos. Weder zwischen Chorioidea und der Sclera, noch zwischen dieser und den Augenmuskeln findet sich eine Andeutung eines Spaltraumes.

„ 10. Meridionalschnitt durch das Auge eines Igels. Theil des vorderen Abschnittes mit einem Augenmuskel und dessen Sehne.

„ 11. Meridionalschnitt durch das Auge eines Maulwurfes.

Cho. Chorioidea.
V. v. Vena vorticosa.
Adv. Adventitia derselben.
P. Pigmentschichte der Retina.
Scl. Sclera.
L, f. Lamina fusca derselben.
M. Gerader Augenmuskel.
S. Sehne desselben.
T. Gewebe des Tenon'schen Raumes.
C. Conjunctiva.
Sbc. G. Subconjunctivales Gewebe.

Sämmtliche Abbildungen sind mit Hartnack, Ocul. III, Obj. IV, gezeichnet, die Details mit Obj. VII. eingetragen.

XXIII. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1890.

Der Secretär legt den erschienenen Bericht der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Bd. I, Nr. 2, vor.

Ferner legt der Secretär im Namen des Verfassers die erste Lieferung des Werkes: „Ausführliches Handbuch der Photographie," von Dr. J. M. Eder, Director der k. k. Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, vor.

Der Secretär bringt weiters ein Dankschreiben des Herrn Dr. Th. Pintner in Wien der Classe zur Kenntniss, für die demselben gewährte Reisesubvention zur Vornahme von morphologischen Untersuchungen an der Cestodenfamilie *Tetrarhynchus* in italienischen Häfen.

Herr Prof. A. Adamkiewicz an der k. k. Universität in Krakau übersendet eine Abhandlung: „Über das Wesen des Hirndrucks und die Principien der Behandlung der sogenannten Hirndrucksymptome" als vorläufigen Schlussartikel seiner beiden in den Schriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erschienenen Abhandlungen über denselben Gegenstand.

Herr Dr. Eduard Mahler in Wien übersendet eine Notiz, betreffend ein Schreiben von Prof. Brugsch aus Berlin (dat. 8. November 1890).

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben von Dr. Justinian Ritter v. Froschauer in Wien behufs Wahrung der

Priorität vor, mit der Aufschrift: „Über auf chemischem Wege dargestellte krystalloide Substanzen, welche das Individuum für eine Infectionskrankheit immun machen".

Das w. M. Herr Prof. E. Weyr überreicht eine von Herrn Regierungsrath Prof. Fr. Mertens in Graz ausgeführte Notiz: „Über einen Satz der höheren Algebra".

Herr Dr. Richard Rit. v. Wettstein, Privatdocent an der Wiener Universität, überreicht eine vorläufige Mittheilung, unter dem Titel: „Über die fossile Flora der Höttinger Breccie".

XXIV. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1890.

Der Secretär legt das eben erschienene Heft VI—VII (Juni—Juli) des 99. Bandes, Abtheilung I. der Sitzungsberichte vor.

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. A. Rollett in Graz übersendet für die Denkschriften eine Abhandlung unter dem Titel: „Untersuchungen über die Contraction und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfasern".

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. A. Rollett in Graz übersendet ferner eine Abhandlung des Assistenten am physiologischen Institute der Grazer Universität Herrn Dr. O. Zoth: „Versuche über die beugende Structur der quergestreiften Muskelfasern".

Herr Prof. Dr. A. Adamkiewicz in Krakau übersendet folgende Notiz: „Weitere Beobachtungen über die Giftigkeit der bösartigen Geschwülste (Krebse)."

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von den Herren Richard und Robert Knoller in Wien vor, mit der Aufschrift: „Verfahren zur Herstellung von Constructionen aus Cement und Eisen."

Der Secretär Herr Prof. E. Suess spricht über den Kalkglimmerschiefer der Tauern.

Das w. M. Herr Director E. Weiss berichtet über den ziemlich hellen teleskopischen Kometen, den Dr. Zona in Palermo am 15. d. M. im Sternbilde des Fuhrmannes aufgefunden hat.

Versuche über die beugende Structur der quergestreiften Muskelfasern

von

Dr. Oskar Zoth,

Assistenten am physiologischen Institute in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Bald nachdem Abbe im Jahre 1873 die durch mikroskopische Structuren hervorgebrachten Beugungserscheinungen für seine Theorie der Abbildung feiner Structuren durch das Mikroskop verwerthet hatte, wurde von Ranvier die Beugewirkung einer ganz bestimmten Structur eines besonderen Objectes, nämlich die der quergestreiften Muskelfasern zum Gegenstande von Demonstrationen und Versuchen gemacht, die seither oft angeführt wurden, ohne dass man den Eindruck gewinnen würde, als hätte man sich auch stets klar gemacht, dass die Ranvier'schen Gitterspectren der Muskeln nur ein vereinzelter Fall der von Abbe angezogenen Erscheinungen, nämlich der von einer beugenden mikroskopischen Structur abhängigen Beugungserscheinungen sind.

Ich finde weder in Ranvier's erster Publication,[1] noch in den späteren,[2] in welchen er auf die Gitterspectren der Muskeln zurückkommt, irgend eine Andeutung dieser Thatsache, noch finde ich sie bei anderen Autoren erwähnt, und zwar weder bei solchen, die auf Ranvier's Mittheilungen verwiesen haben, noch anderseits bei solchen, die sich mit der Abbe'-

---

[1] Comptes-rendus de l'Academie des sciences, 1874; Archives de physiologie, 1874, p. 774.

[2] Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire, Paris 1880, p. 130; Traité technique d'histologie, Paris 1875—1878, p. 516.

schen Theorie der secundären Abbildung beschäftigt haben. Freilich könnte man dagegen anführen, dass diese Übereinstimmung als etwas Selbstverständliches gefühlt oder erkannt worden sei, und dass sie darum nicht besonders hervorgehoben wurde; allein dann begreift man nicht, warum Niemand den recht nützlichen Vorschlag gemacht hat, die Beugewirkungen anderer mikroskopischer Structuren nach den einfachen Methoden zur Anschauung zu bringen, welche Ranvier für die Muskeln benützt, anderseits aber die Beugungsspectren der Muskeln zu den Zwecken, welche Ranvier damit verfolgte, nach den Methoden von Abbe zu beobachten, da sich die letzteren, in bestimmter Weise eingerichtet, gerade für diese Zwecke in recht eleganter Weise verwenden lassen.

Ranvier bedient sich zu seinen Versuchen des exquisit parallelfaserigen Musculus sartorius vom Frosche. Zur Beobachtung des Beugungsspectrums am todten Muskel wird dieser lospräparirt und in mittlerer Extension unter 40° getrocknet, hierauf an den beiden flachen Seiten mit dem Scalpell bis zur gewünschten Dünnheit glatt geschabt, in Terpentin- oder Nelkenöl aufgehellt und in Canadabalsam oder Dammarlack eingeschlossen. Die Beobachtung des Spectrums geschieht nun in der Weise, dass der so hergerichtete getrocknete oder, wie ich auch gleich anführe, ein nach verhältnissmässig einfachen Methoden [1] präparirter lebender Muskel ganz nahe vor dem Auge mit seiner Faserrichtung senkrecht zu einem in einem geschwärzten Rohre (Myospectroskop), oder in einem Schirme, oder im Fensterladen befindlichen beleuchteten Spalte, oder endlich einfach gegen den Spalt der nicht völlig geschlossenen Fensterladen gehalten und durch das Präparat aus einiger Entfernung gegen den leuchtenden Spalt hindurchgeblickt wird. Zu beiden Seiten dieses Spaltes treten dann, wie bei Anwendung irgendeines anderen beugenden Gitters, eines Mikrometers oder dergl., die abgebeugten Spectren in abnehmender Intensität und Schärfe und in bestimmten Abständen und Breiten auf. Am lebenden Sartorius beobachtete Ranvier die Spectren sowohl am ungedehnten, als am gedehnten, am uncontrahirten, wie am contrahirten Muskel.

[1] L. c.

Alle diese Versuche lassen sich nun, keineswegs in einfacherer, aber für manche, besonders messende Zwecke in vortheilhafterer, jedenfalls in glänzenderer Weise anstellen, wenn man die Methode Abbe's, die Beugungsspectren mikroskopischer Objecte im Mikroskope zu beobachten, in Anwendung bringt. Ich habe zu diesem Behufe die folgende Anordnung gewählt: Als Lichtquelle diente mir anfangs ein in dem geschwärzten Blechcylinder eines Argand- oder Gasglühlichtbrenners angebrachter verticaler Spalt von 10 *mm* Länge und 1 *mm* Breite. An Stelle dieses kann, was freilich mehr Vorbereitungen bedarf und von nicht zu beherrschenden Umständen abhängig macht, ein durch einen Heliostaten mit Sonnenlicht beleuchteter Spalt Verwendung finden. Anstatt des Spaltes mit der ausser dessen Ebene befindlichen Lichtquelle verwendete ich später als linienförmigen Beleuchtungskörper einen durch die Flamme des Bunsenbrenners ins Glühen gebrachten gespannten feinen Platindraht, und endlich kam ich dazu, als intensivste und brillanteste Lichtquelle einen durch ein minimales Platingewichtchen gespannten Aschenfaden aus dem Gewebe des Glühkörpers einer Auer'schen Gasglühlampe zu versuchen. Besonders diese letztere Methode möchte ich überall empfehlen, wo für irgendwelche Versuche eine linienförmige Lichtquelle von verhältnissmässig grosser Intensität und scharfer Begrenzung wünschenswerth erscheint. Die Methode hat nur den einen Nachtheil, dass der frei hängende Aschenfaden schon bei mässig starken Erschütterungen, oft auch schon beim Verbrennen des Fadens, wenn die Schlingen zu fest gezogen sind, in Folge der starken dabei stattfindenden Schrumpfung zerreisst. Hinter dem Bunsenbrenner wird ein geschwärzter Hintergrund, vor dem Brenner ein geschwärztes Diaphragma mit rechteckigem Ausschnitte angebracht, welches gestattet, die Länge des zur Verwendung kommenden Stückes der Lichtlinie zu bemessen und zugleich weiter seitlich einfallendes Licht abblendet.

Das Licht, welches von dem linienförmigen Beleuchtungskörper ausgeht, soll durch den Beleuchtungsspiegel eines mit Abbe'schem Condensor versehenen Mikroskopes in die Axe dieses reflectirt werden, so dass über den Linsen des Condensors ein reelles Bild der Lichtlinie entworfen wird, welches in be-

stimmter Entfernung über oder unter dem in der Einstellebene des Mikroskopes befindlichen Objecte liegt, oder aber auch mit dieser Einstellebene selbst zusammenfallen könnte. Die gewöhnlichen Spiegel des Beleuchtungsapparates konnte ich für meine Zwecke nicht verwenden, denn in Folge der Reflexionen an der belegten und an der vorderen Spiegelfläche erhielt ich nicht ein einziges, sondern gewöhnlich drei Bilder des Spaltes, die sich nur nahezu bei einer ganz besonderen Spiegelstellung vereinigen liessen, daher die Beobachtung störten, zum mindesten aber sehr unbequem machten. Ich machte mich von diesem Fehler, der mir sonst am Mikroskope noch nicht störend vorgekommen war, der sich aber vielleicht auch bei anderen Untersuchungen als beachtenswerth erweisen könnte, frei, indem ich mittelst eines federnden Reifens über dem Glasspiegel des Mikroskopes einen planen polirten Stahlspiegel aufsteckte. Bei der gewöhnlich eingehaltenen Entfernung von 30—40 *cm* zwischen Spalt und Spiegel entwirft der Condensor (Zeiss, 1·2 Ap.) in seiner gewöhnlichen Stellung (ganz oben) ein Bild des Spaltes über dem Objecte, in unserem Falle zum Beispiele über dem in Harz eingeschlossenen Sartorius. Durch Entfernung der Lichtquelle vom Mikroskope kann die Feinheit des Bildes der linienförmigen Lichtquelle — allerdings auf Kosten der Lichtstärke — beliebig modificirt werden, doch genügte für meine Versuche immer das in der angegebenen Weise erhaltene Bild. Wir stellen nun mit schwacher Vergrösserung, etwa Zeiss *A*, Oc. 2, zunächst auf die Ebene des Objectes ein und heben dann den Tubus langsam, bis das Bild des Spaltes deutlich wird; gleichzeitig treten dann zu beiden Seiten dieses directen Spaltbildes in abnehmender Intensität die abgebeugten Spectren des verwendeten Lichtes auf.

Durch Heben und Senken des Condensors ist uns ein Mittel an die Hand gegeben, das Beugungsbild irgend einer zu untersuchenden Structur auf ein kleineres oder grösseres Feld zu projiciren und die Distanzen der Spectren auf eine uns — etwa zu Messungen — eben passende Grösse zu reduciren. Senken wir von der angenommenen Anfangsstellung des Abbe — ganz oben — langsam die bildentwerfende Linse des Beleuchtungsapparates und gehen mit dem Tubus nach, so dass das ungebeugte Spaltbild stets scharf eingestellt bleibt, so bemerken wir, wie

die immer schmäler werdenden Beugungsspectren näher und näher aneinander und an das ungebeugte Spaltbild rücken, bis endlich das Bild des Spaltes genau in die Ebene des Objectes fällt: wir nehmen kein Beugungsspectrum mehr wahr. Beim weiteren Senken von Tubus und Condensor treten die Spectren, erst schmal und dicht an einander, dann immer breiter und in immer grösseren Distanzen von einander wieder auf. Es lassen sich auf diese Art, bei entsprechender Anwendung eines kreisrunden Loches oder eines weissglühenden Platinknöpfchens anstatt des Spaltes im undurchsichtigen Lampencylinder alle Versuche zur Theorie der secundären Abbildung sowohl mit der Abbe'schen Diffractionsplatte, als mit den verschiedenen in Gebrauch stehenden Probeobjecten eleganter ausführen, als mit den üblichen Blenden oder mit Verwendung des von einer entfernten Lichtquelle durch einen Glasspiegel reflectirten Lichtes, und zwar selbstverständlich nicht allein in der von mir für meine bestimmten Zwecke angewandten Beobachtungsweise der Beugungserscheinungen eines Objectes in der Blendungsebene des Oculars, sondern auch nach allen drei von Abbe angegebenen Methoden ohne Veränderung der Tubusstellung: in der Austrittspupille des Objectivs mit und ohne Hilfsmikroskop und in der Austrittspupille des ganzen Mikroskopes.

Die diffuse Beleuchtung des Sehfeldes ist für gewöhnlich wohl gerade noch stark genug, um eine Messung der Abstände der einzelnen Spectren mit einem eingelegten Ocularmikrometer vorzunehmen. Recht gut und leichter kann man die Messungen anstellen, wenn man eine etwas seitlich stehende Gaslampe, indem man deren Hahn einmal mehr, einmal weniger aufdreht, zur zeitweisen stärkeren Beleuchtung des Sehfeldes und damit der Mikrometerscala mitbenützt. Nachdem auch bei Verwendung von Sonnenlicht die Fraunhofer'schen Linien kaum wahrzunehmen sind, lässt sich eine vollkommen genaue Messung der Abstände der einzelnen Spectren, etwa gemessen von einer bestimmten Linie des ersten abgebeugten zu derselben des zweiten Spectrums und so fort nicht ausführen; es genügte jedoch für alle meine Zwecke die Messung der Entfernung von der Mitte des ungebeugten Spaltbildes bis zur Mitte des Gelb im ersten Spectrum und so fort. Die Zulässigkeit dieser Methode ergaben Control-

messungen, die ich mit homogenem Lichte anstellte, indem ich einen Bunsenbrenner als Lichtquelle benützte, dessen zuströmendes Leuchtgas durch eine mit Kochsalzlösung beschickte Wasserstoffentwicklungsflasche strich. Das so erhaltene homogene gelbe Licht war aber immer noch so wenig intensiv, dass ich bei der gefundenen Übereinstimmung der Ablesungen für die weiteren Messungen wieder der ersten, anscheinend weniger genauen Methode den Vorzug gab. Eine besondere Berücksichtigung der Breite der Einzelnspectren glaubte ich bei der Unzuverlässlichkeit der Grenzbestimmung am rothen und violetten Ende der abgebeugten Spectren für auch nur annähernd genaue messende Versuche gleich von vorneherein vermeiden zu sollen.

Solche Messungen, wie ich sie ausführte, haben ersichtlich keinen absoluten, sondern nur einen relativen Werth: sie ergeben nur unter sich vergleichbare Zahlen, sie gelten nur für einen bestimmten Abstand der Lichtquelle, eine bestimmte Stellung des Condensors, eine bestimmte Linsencombination und Tubuslänge. Solche Messungen unterscheiden sich weiter wesentlich von den Messungen der Physiker an Beugungsspectren dadurch, dass lineare Abstände, nicht Winkelabstände, gemessen worden sind. Es ist aber die Bestimmung dieses linearen Abstandes der Einzelnspectren insoferne von ausschlaggebender Bedeutung für uns, als eine einfache Relation zwischen diesem Abstande und der Feinheit der beugenden Structur besteht. Es steht nämlich der lineare Abstand der Einzelnspectren in umgekehrtem Verhältnisse zu dem linearen Abstande der beugenden Elemente einer Structur.[1]

Ranvier hat vermittelst seiner verhältnissmässig sehr einfachen Methode schon im Allgemeinen festgestellt, dass die Muskeln verschiedener Thiere, unter den nämlichen Bedingungen untersucht, keine „identischen Spectren“ geben, sondern dass in Übereinstimmung mit der directen mikroskopischen Beobachtung der Querstreifung sich eine verschiedene Breite der Beugungsspectren, z. B. bei Frosch- und weissen Kaninchenmuskeln im Verhältnisse von 9: 7 ergibt.[2] Ich habe mich nun zunächst damit beschäftigt, an Präparaten, welche nach Ranvier hergestellt

---

[1] Vergl. Dippel, Mikroskop, I. Theil, 2. Aufl. 1882, S. 127.

[2] Traité technique, p. 519.

waren, also z.B. vom Musc. sartorius des Frosches durch Trocknen, Hobeln und Harzeinschluss, mittelst des Ocularmikrometers Messungen der Abstände der einzelnen Beugungsspectren nach der oben angeführten Methode vorzunehmen und die so erhaltenen Zahlen mit solchen zu vergleichen, die auf die gleiche Weise von Käfermuskeln erhalten wurden. Die Anordnung war: Zeiss, Objectiv *A*, Ocular Camp. III mit Mikrometer 5 *mm* in 50 Theile, Tubus 155 *mm* Condensor 1·2 Ap. ganz hinaufgerückt, Abstand der Lichtquelle von der Mitte des Spiegels 35 *cm*. Es wurden nun auf gleich dicken Objectträgern nach Ranvier aufpräparirte annähernd gleich dicke Muskellamellen unter das Objectiv gebracht, welches auf die Bildebene des vom Condensor entworfenen Bildes der leuchtenden Linie (des Spaltes) eingestellt wurde und hierauf in der früher angegebenen Weise die Abstände des Gelb im ersten Spectrum von der Mitte des ungebeugten Spaltbildes, allenfalls zur Controle auch noch der (gleiche) Abstand eines zweiten und dritten Spectrums gemessen. Es ergaben sich dabei an verschiedenen Präparaten einer und derselben Muskelart geringe Abweichungen, ja selbst an verschiedenen Stellen eines und desselben Präparates. Jedoch waren diese immerhin unbedeutend gegen die Differenzen, die sich beim Vergleiche der drei zu diesen Präparationen von mir in Verwendung gezogenen Muskelarten zeigten. Die erhaltenen Zahlen für den Abstand je zweier abgebeugter Spectren unter den angeführten Bedingungen waren in Theilstrichen des Ocularmikrometers: Für den Froschmuskel 27—32, für den Dyticusmuskel 20—24, für den Hydrophilusmuskel 13·5—16·5. Aus diesen Zahlen würde sich ergeben: Die beugende Structur der aus dem Froschmuskel hergestellten Präparate entspricht einem feineren Gitter als die beugende Structur der aus dem Dyticusmuskel hergestellten, diese wieder einem feineren Gitter, als welchem die aus Hydrophilusmuskel erzeugten Lamellen entsprechen.

Sind wir aber ohne Weiteres berechtigt, aus diesen Beobachtungen und Ergebnissen unmittelbar Schlüsse auf die beugende Structur der Muskelfasern zu machen, oder gar aus Vergleichungen der von diesen Lamellenpräparaten für die Spectrenabstände erhaltenen Zahlen mit den Abständen der Spectren, die von Gittern auf Glas von verschiedener Theilung entworfen

werden, Schlüsse auf die Feinheit der beugenden Structur der Faser — und nur dieses wäre von theoretischem Werthe — zu machen? Ich glaube nicht. Denn es ist von vorneherein nicht ausgeschlossen, dass das Übereinanderliegen von mehreren Lagen Muskelfasern, welches auch in der dünnsten nach Ranvier erhaltenen Lamelle noch stattfindet, von Einfluss auf die Gesammtwirkung des Gitters ist, in der Weise, dass die Feinheit des beugenden Gitters erhöht wird. Es ist daher, ganz abgesehen von anderen möglichen Einwürfen, von Vortheil, wenn man schon einmal auf diesem Wege die Feinheit der beugenden Structur der quergestreiften Muskelfaser zu untersuchen beabsichtigt, die Beugewirkung der Querstreifen der einzelnen Faser in Betracht ziehen zu können, was nach Ranvier's Methoden nicht möglich wäre. Hingegen lassen sich in der von mir angegebenen Weise ganz so, wie von geschabten Lamellen auch Beugungsspectren von einzelnen Muskelfasern erhalten und Messungen an denselben vornehmen. Nur ist es für die Deutlichkeit der Spectren vortheilhaft, nicht Harz-, sondern Glycerinpräparate zu verwenden, in welchen die Unterschiede der Brechungsindices der einzelnen Schichten in der Faser bedeutend grössere sind.

Die von mir zum Zwecke solcher Untersuchungen hergestellten Zupfpräparate rührten von Muskeln her, die sämmtlich bereits durch längere Zeit in 93%igem Alkohol gelegen hatten. Dieselben wurden in einem Gemische von gleichen Theilen Glycerin und Wasser zur Untersuchung gebracht. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie bei den früheren Messungen. Als Lichtquelle diente wieder ein im Bunsenbrenner glühender Zirkon-Glühlichtfaden vor einem berussten Schirme; knapp vor dem Faden war eine rechteckige Blendung von 4 *mm* lichter Höhe und 1 *cm* Breite angebracht, um die Länge der leuchtenden Linie auf das für die Beobachtung geeignete Maass zu beschränken. Der Abstand der Lichtquelle vom Spiegel des Beleuchtungsapparates betrug 40 *cm*, Tubuslänge 160 *mm*, Objectiv *A* (Zeiss), Ocular III mit Mikrometer 5 *mm* in 50. Der Abbe'sche Condensor wurde so weit gesenkt, dass das von demselben entworfene Bild der Lichtquelle unter die Objectebene projicirt wurde. Nachdem bei der grösseren in Verwendung gezogenen Zahl von Prä-

paraten nicht durchgehends gleich dicke Objectträger zur Verfügung standen, auch die behufs Vergleichung verwendeten Gitter auf Glas wieder eine wesentlich andere Dicke besessen haben als die Mehrzahl der verwendeten Objectträger, musste dafür gesorgt werden, dass für jedes Präparat von neuem das Lichtbild des Abbe gleich weit unter der betreffenden Objectebene eingestellt wurde, so dass die Entfernung zwischen leuchtender Linie — und das ist jetzt eben dieses vom Beleuchtungsapparate entworfene reelle Bild — und Gitter (der Muskelfaser) bei allen Messungen die gleiche blieb. Es ist dies deswegen nothwendig, weil der Abstand der entworfenen Beugungsspectren von einander dieser Entfernung proportional ist. Um diesen stets gleichen Abstand herzustellen, wurde in folgender Weise vorgegangen: Zunächst wurde, was ja ohnehin nöthig ist, um eine passende Stelle im Präparate zu finden, das Object eingestellt hierauf der Tubus mittelst der getheilten Mikrometerschraube jedesmal um das gleiche Stück (102 Theilstriche, $= 0 \cdot 48$ *mm*) gesenkt und nun der Abbe'sche Beleuchtungsapparat gehoben oder gesenkt, bis das Bild der Lichtlinie scharf war. Mit diesem Bilde traten dann gleichzeitig, wenn eine Muskelfaser richtig orientirt eingestellt worden war, zu beiden Seiten desselben die abgebeugten Spectren auf, deren Abstände nun mit Hilfe des eingelegten Ocularmikrometers und etwa eines wieder zur Beleuchtung dieses verwendeten seitlich stehenden Argandbrenners in der früher angegebenen Weise gemessen werden. In der folgenden Tabelle sind die Resultate einiger Messungen, welche auf diese Weise an verschiedenen Muskelfasern vorgenommen worden sind, in Theilstrichen des Ocularmikrometers angegeben.

Gruppe	Nr.	Object	Messungen	Grenzen	Mittel
I.	1	1 *mm* in 100 Theile....	—	—	2
Gitter auf Glas.	2	1 *mm* in 500 Theile ...	—	—	10
	3	1 *mm* in 1000 Theile...	—	—	20

Gruppe	Nr.	Object	Messungen	Grenzen	Mittel
II.	4	Hylobius abietis......	4	2	2
Ältere Alkohol-muskel; Zupf-präparate in gleichen Theilen Glycerin und Wasser	5	Hydrophilus piceus ...	4	2·5—3·5	2·9
	6	Scarabaeus laticollis ..	4	3	3
	7	Vespa crabro.........	4	3·5—5	4·2
	8	Melolontha vulgaris...	4	4·5—6	5
	9	Dyticus marginalis....	4	6—8	7
	10	Rana escul., gespannt .	8	6—8	7·1
	11	Felis domestica.......	4	10—12	11·1
	12	Rana esculenta.......	4	11·2—12	11·9

Das Interessante und scheinbar Ausschlaggebende für manche theoretischen Fragen und Bedenken wäre nun, aus diesen hier gefundenen Zahlen für die Abstände der einzelnen abgebeugten Spectren von einander die Feinheit des Gitters zu bestimmen, welches diese jeweilige Anordnung der Spectren bedingt hat, und die Distanz derjenigen Querstreifen der Muskelfasern zu ermitteln, welche für die Erzeugung der Spectren von Wirksamkeit waren. Die Lösung des ersten Theiles dieser Aufgabe unterläge keinen Schwierigkeiten, insoweit man derselben keine weitere Bedeutung zumessen würde als die, den Streifenabstand eines Gitters mit gleichen, parallelen und äquidistanten Spaltöffnungen bestimmt zu haben, dessen beugende Wirkung, was den Abstand der Einzelnspectren von einander betrifft, derjenigen einer bestimmten quergestreiften Muskelfaser entspricht. Eine solche Bestimmung gründet sich einerseits auf die oben[1] erwähnte umgekehrte Proportion, welche zwischen linearem Streifenabstande und linearem Abstande der sichtbaren Beugungsspectren besteht, anderseits auf die Vergleichung der von den Muskelfasern mit den von den Glasgittern (siehe die Tabelle) erhaltenen Zahlen. Auf diese Weise ergibt sich ein mittlerer Streifenabstand

[1] S. 6.

entsprechend dem ungespannten Froschmuskel von $\mu\, 2 . \frac{10}{11 \cdot 9} =$ $1 \cdot 68\, \mu$, dem gespannten Froschmuskel von $\mu\, 2 . \frac{10}{7 \cdot 1} = 2 \cdot 82\, \mu$, dem Hydrophilusmuskel von 7 μ, dem Scarabaeusmuskel von $6^2/_3\, \mu$, dem Hylobiusmuskel 10 μ. Engelmann[1] gibt als Maximalwerth der Höhe der „Muskelfächer" bei ruhenden Wirbelthiermuskeln 4 μ, sonst „sehr häufig weniger als 3 μ, die Höhe jeder der beiden Schichten" — der anisotropen und der isotropen Schichte — „also bestenfalls etwa 2 μ" an. Mit diesen Zahlen stimmen also die aus der Beugungserscheinung der Froschmuskelfaser abgeleiteten gut überein. Die Froschmuskelfaser und die Wirbelthiermuskelfasern im Allgemeinen, bei welchen die Streifen[2] *Z* nicht oder nur sehr schwierig zu sehen sind, als Beugungsgitter aufgefasst, repräsentiren uns ein solches von den früher geforderten Eigenschaften, nämlich mit gleichen, parallelen und äquidistanten Spaltöffnungen, und wir könnten daher für diese ohne Weiteres aus der Beugungserscheinung den Abstand der Streifen *Q* ableiten.

Nicht dasselbe gilt aber für reicher gestreifte Muskelfasern, in denen neben den Streifen *Q*, von diesen durch isotrope Schichten getrennt, die stärker als *Q* lichtbrechenden schmäleren Streifen *Z*, eventuell *N* wahrnehmbar sind. Für die angeführten Insectenmuskelfasern, an denen die Ausmessung der Beugungserscheinungen vorgenommen worden war, erhielt ich bei der unmittelbaren Bestimmung der Streifenabstände mit Hilfe des Ocularmikrometers (Zeiss, Imm. $^1/_{18}$, 1 Theilstrich $= 1 \cdot 08\, \mu$) in Mikren für

	H	*ha*	*hi*	Sichtbare anisotrope Streifen
Hydrophilus	7·5	3·8	3·5	*Q, Z*
Scarabaeus	7	3·25	3·75	*Q, Z*
Hylobius	13·5	6·5	7	*Q, N, Z*

Der Zwischenraum *N*—*Z* ergab 1 μ als Mittelwerth.

---

[1] Mikrometrische Untersuchungen an contrahirten Muskelfasern. Pflüger's Archiv, Bd. 23, S. 573.

[2] Ich bediene mich der bekannten Buchstabenbezeichnung Rollett's.

H, *ha* und *hi* entsprechen im Sinne der ihnen von Engelmann[1] bei seinen Messungen gegebenen Bedeutung der Höhe der Muskelfächer (*Z—Z*), der Höhe seiner anisotropen (*Q*) und der Höhe seiner isotropen Schicht *I+N+E+Z+E+N+I* oder *I+Z+I*. Vergleichen wir diese Zahlen mit denen, welche sich aus der Ausmessung der Beugungserscheinungen für den Streifenabstand eines Gitters mit gleichen, parallelen und äquidistanten Spaltöffnungen ergeben, dessen beugende Wirkung, was den Abstand der Einzelnspectren von einander betrifft, mit derjenigen einer bestimmten quergestreiften Muskelfaser (siehe oben) übereinstimmen würde. Für die Muskelfasern von Hydrophilus ergäbe sich nach unseren obigen Bestimmungen ein Gitter von 7 μ Streifenabstand, für Scarabaeus von $6^2/_3$ μ, für Hylobius von 10 μ Streifenabstand. Es fällt sofort in die Augen, dass diese Gitter einen viel grösseren mittleren Streifenabstand hätten, also viel gröbere Gitter wären, als es der reichen Querstreifung der verwendeten Muskelfasern entsprechen würde. Man findet vielmehr eine sehr nahe Übereinstimmung zwischen dem Streifenabstande der aus den Beugungserscheinungen erschlossenen Gitter und den mikrometrisch bestimmten Werthen *H*, d. i. dem Abstande der *Z*, oder demselben der *Q* von einander, so dass also die gesammte Beugungserscheinung einer quergestreiften Muskelfaser mit differenzirtem *Z* und eventuell (Hylobius) *N* überaus ähnlich wäre der einer Faser, in welcher nur die *Q* oder nur die *Z* in ihren übrigens gleich gebliebenen Abständen von einander vorhanden wären. Man beobachtet also kein Auseinanderrücken der Fraunhofer'schen Intensitätsmaxima, wie es einem mit der reicheren Querstreifung in Bezug auf die Streifenzahl übereinstimmenden feineren Gitter mit äquidistanten Streifen entsprechen würde, sondern es sieht so aus, als ob die einen der Querstreifen, entweder die Z (und *N*) oder die *Q* ohne Einfluss auf die Beugungserscheinung blieben.

Wenn man aber aus diesen Erscheinungen schliessen wollte, dass bei der quergestreiften Muskelfaser die einen Streifen, sagen

[1] L. c. und „Über Bau, Contraction und Innervation der quergestreiften Muskelfasern". Aus den Verhandlungen des Kopenhagener Congresses, Separatabdruck S. 10.

wir etwa *Z* und *N*, wirklich ohne Einfluss auf die Gesammtbeugewirkung seien, und wenn man daraus Folgerungen für deren mikroskopische Abbildung oder Nichtabbildung im Sinne der Theorie der secundären Abbildung ableiten wollte, würde man doch einen grossen Fehler begehen. Wir haben es nämlich bei den Insectenmuskelfasern mit der reicheren Querstreifung eben nicht mehr mit gewöhnlichen Beugungsgittern gleich weiter äquidistanter Öffnungen, sondern mit mehr minder complicirten beugenden Structuren zu thun, und dass auf die Beugungserscheinungen solcher nicht die Sätze über die Beugewirkung der gewöhnlichen Gitter angewendet werden können und die beobachteten Erscheinungen besondere Abweichungen zeigen müssen, versteht sich von selbst und lässt sich schon durch wenige einfache Versuche demonstriren.

Herr Dr. Steeg in Homburg hat mir ein Gitter angefertigt, welches gestattet, die Abstände der dunklen Streifen während der Beobachtung zu variiren. Dieses Gitter besteht aus zwei Spiegelglasplatten, deren jede eine feine Theilung in 0·1 *mm* trägt. Die beiden Platten sind mit den getheilten Flächen aneinandergelegt und ist die obere Platte in einem Reifen drehbar angebracht, so dass man sich mittelst eines angelegten Schlüssels leicht selbst die nothwendige Parallelstellung der beiden Theilungen herstellen kann. Die obere Platte lässt sich an der unteren mittelst einer getheilten Mikrometerschraube fein verschieben. 26 Theilstriche an der Trommel derselben entsprechen einer Verschiebung der Glasplatte um 0·5 *mm*, also um einen halben Theilstrich des Gitters. Man kann somit leicht eine grössere Zahl von Zwischenstellungen von der vollen Deckung der über einander befindlichen Gitter bis zur Hälftung der Theile des einen durch das andere und wieder zur nächsten Deckung herstellen. Die Beobachtung der dabei auftretenden Beugungserscheinungen wurde mittelst des Mikroskops und der von mir zur Beobachtung der Muskelspectren verwendeten oben angegebenen Methode unter Anwendung eines Objectivs von grösserer Brennweite (Zeiss, *A*) ausgeführt, welches gestattete, die beiden knapp über einander liegenden Gitter gleichzeitig nahezu vollkommen scharf zu sehen. Die verschiedenen Gitterstellungen entsprechenden Beugungserscheinungen sind schematisch in Fig. 1 der Tafel dargestellt.

Die schwarz ausgezeichneten Oblonge bedeuten helle, die schraffirten Oblonge in ihrer Intensität abgeschwächte Spectren. Näher in die Discussion dieser Erscheinungen ohne Zuhilfenahme der Rechnung einzugehen, ist werthlos und an dieser Stelle überhaupt überflüssig. Es genügt mir, durch diesen Versuch darauf hingewiesen zu haben, dass einerseits schon verhältnissmässig geringe Änderungen in der Structur des beugenden Gitters. z. B. in unserem Falle das Breiter- und Schmälerwerden der Spalten bei gleichbleibender Breite der dunklen Streifen (vergl. Reihe 3 bis 12 der Figur), ganz wesentliche Veränderungen in der Reihe der Beugungserscheinungen hervorbringen, dass aber anderseits wesentliche Veränderungen ohne deutlich merkbaren Einfluss auf jene zu sein scheinen, wie zum Beispiel das Auftreten dunkler Streifen, die durch schmale Spalten von den ursprünglichen dunklen Streifen des Gitters getrennt neben diesen zu stehen kommen (vergl. Reihe 0—2 der Figur).

Vor Allem musste mir aber daran liegen, nicht bloss im Allgemeinen, sondern unter besonderer Berücksichtigung der Querstreifung der Insectenmuskelfasern zu untersuchen, wie weit die eigenthümliche Beschaffenheit eines abnormalen beugenden Gitters von Einfluss auf die wahrnehmbaren Beugungserscheinungen sei. Ich stellte mir zu diesem Zwecke einige photographische Gitter auf Bromsilbergelatineplatten her, die ich durch 57fache Verkleinerung von aus schwarzem Carton gefertigten Negativen erhielt. Diese Gitter hatten folgende Dimensionen in Millimetern:

Gitter	Spaltbreiten	Streifenbreiten
I	0·07	0·158, 0·035
II.	0·175	0·158
III	0·298	0·035
IV	0·084	0·084
V	0·158, 0·035	0·07
VI	0·14	0·193
VII.....	0·114	0·053
VIII	0·07, 0·035	0·28, 0·035.

Besser als durch diese Zahlen werden die Gitter veranschaulicht durch Fig. 2 der Tafel, welche dieselben 20fach

vergrössert wiedergibt. Aus der Figur ist leicht die Bedeutung dieser Gitter zu entnehmen.

Das Gitter I soll in seinen Dimensionen die Querstreifung eines Hydrophilusmuskels circa 48mal vergrössert wiedergeben, unsere Figur entspricht also einer etwa 960maligen Vergrösserung (vergl. S. 11). Es repräsentirt, wie dieser Muskel, ein Gitter von parallelen, gleich breiten Spalten, die zwischen abwechselnd breiteren und schmäleren dunklen Streifen liegen.

Gitter V ist ein Negativ des Gitters I, also ein solches von parallelen breiteren und schmaleren Spalten, die zwischen unter sich gleich breiten, aber abwechselnd weiter und weniger weit von einander abstehenden dunklen Streifen liegen.

Gitter II wird aus I durch Hinweglassung der schmalen dunklen Streifen erhalten, Gitter III aus I durch Hinweglassung der breiten dunklen Streifen, beide sind normale Beugungsgitter von gleich breiten, parallelen und in beiden gleich weit von einander entfernten Spalten, die aber in jedem der zwei Gitter eine andere Breite haben.

Nr. IV stellt ein Gitter einfachster Form mit gleich breiten Spalten und Streifen vor. Die Spalt- und Streifenbreite entsprechen aber dem Mittel aus den Spalt- und Streifenbreiten des Gitters I, so dass auf die gleiche Länge dieses Gitters dieselbe Anzahl von Spalten und Streifen kommt, wie bei I.

In Nr. VI entspricht die Breite der einzelnen dunklen Streifen der Summe der Breiten je eines breiten und eines schmalen Streifens, die Breite einer Spalte der doppelten Spaltbreite des Gitters I.

Der Abstand der gleich breiten Spalten in Nr. VII ist gleich dem mittleren Spaltenabstande in I.

Gitter VIII endlich ist, sowie das Gitter I einem Hydrophilusmuskel mit den Streifen *Q* und *Z*, einem gemessenen (siehe S. 11) Hylobiusmuskel mit den Streifen *Q, N* und *Z* bei derselben Vergrösserung wie jenes nachgebildet.

Ich beobachtete die Beugungserscheinungen, welche durch diese Gitter hervorgebracht werden, in einem verdunkelten Zimmer in folgender Weise: Als Lichtlinie wurde wieder ein Auer'scher Glühfaden im Bunsenbrenner vor einem schwarzen Schirme und hinter einem Diaphragma benützt. Knapp über der Öffnung dieses

Diaphragmas befand sich vor demselben eine Skala von 10 *cm* Länge, die auf Glanzcarton in der Weise hergestellt war, dass abwechselnde Abschnitte von je $^1/_4$ *cm* schwarz bemalt waren, so dass weisse und schwarze Skalentheile mit einander abwechselten. Diese Skala wurde durch einen seitlich stehenden Argandbrenner, dessen Licht im Übrigen durch Schirme abgeblendet war, scharf beleuchtet. Die Gitter wurden nun, von Diaphragmen bedeckt, welche neben ihnen nur einen schmalen Spalt zur leichteren Beobachtung der Skala freiliessen, der Reihe nach 150 *cm* vor dem Glühfaden angebracht und wurde durch dieselben, ganz nach Ranvier's Methode mit der Fensterspalte, gegen die Lichtlinie hingeblickt und der Abstand der abgebeugten Spectren an der Skala abgeschätzt.

Gitter I. Beiderseits von der Lichtlinie je 5 Spectren sichtbar. Abstand je zweier Spectren 1 Skalentheil.

Gitter II. Beiderseits je 8 Spectren von gleichmässig abnehmender Helligkeit. Abstand je 1 Skalentheil.

Gitter III. Je 10 Spectren sichtbar. Abstand je 1 Skalentheil.

Gitter IV. Je 3 Spectren von gleichmässig abnehmender Helligkeit. Abstand je 2 Skalentheile.

Gitter V. Je 7 Spectren. Abstand je $^4/_5$ Skalentheile.

Gitter VI. Je 4 Spectren. Abstand je 1 Skalentheil.

Gitter VII. Je 4 Spectren. Abstand je 2 Skalentheile.

Gitter VIII Je 7 Spectren, sehr nahe beisammen. Spectrum 4 und 6 kaum zu sehen. Distanz je $^3/_5$ Skalentheile.

Gitter auf Glas in 0·1 *mm*. Je 6 Spectren. Abstand je 3·5 Skalentheile.

Von den Ergebnissen dieser Beobachtungen interessiren uns besonders die der Gitter I bis IV. Wir ersehen daraus, dass der gegenseitige Abstand der abgebeugten Spectren nicht beeinflusst wird durch die Combination der aus äquidistanten, aber verschieden breiten Spalten bestehenden Gitter II und III zu einem Gitter I von dem halben mittleren Spaltenabstande, sondern dass dieses combinirte Gitter von halber mittlerer Feinheit eine Spectralerscheinung gibt, welche, was den Abstand der Einzelnspectren von einander betrifft, nicht verschieden von der durch die primären Gitter II und III gelieferten ist. Ein gleiches Gitter

von der halben mittleren Feinheit, welches aber aus gleich breiten und äquidistanten Spalten besteht, wie IV, ergibt, wie es die für diesen Fall einfache theoretische Ableitung fordert, einen doppelt so grossen Abstand der Beugungsspectren. Diese Resultate sind die wichtigsten für uns und ich werde mich unten besonders auf sie berufen.

Ich habe eben bemerkt, dass die durch das Gitter I erzeugte Erscheinung, was den Abstand der Spectren von einander betrifft, nicht verschieden sei von den Erscheinungen an den Gittern II und III. An einer flauer gekommenen Aufnahme des Gitters I, in welcher die dunklen Streifen nicht ganz schwarz, sondern noch durchsichtig erschienen, bot sich nämlich ganz auffallend die Erscheinung, dass die Spectren 2 und 4 jederseits von der Lichtlinie in ihrer Intensität bedeutend herabgesetzt waren, so dass 2 viel weniger hell als 3, 4 dunkler als 5 erschienen. Die Aufnahmen der Gitter II—IV auf derselben Platte ergaben nichts Derartiges. Es erinnerte diese Beobachtung an diejenige, welche ich an der Miniature dieses Gitters I, nämlich an der Hydrophilusmuskelfaser selbst gemacht hatte, als ich ihre Beugewirkung im Mikroskope bei Anwendung eines stärkeren Objectives (Zeiss, *D*) untersuchte. Das Präparat war eines der früher erwähnten Zupfpräparate, das Spaltbild war 0·43 *mm* über dem Objecte entworfen. Mit Sicherheit konnte festgestellt werden, dass die Helligkeit der Spectren 2 und 4 beiderseits vom ungebeugten Spaltbilde bedeutend herabgesetzt war. Was die Gitter V—VIII betrifft, so kommen sie jetzt, nachdem wir an I—IV einen speciellen, für uns wichtigen Fall erläutert haben, weniger in Betracht. Immerhin aber können auch die von ihnen abgeleiteten Erscheinungen herbeigezogen werden, da sie, mit den vorgehend erläuterten in Parallele gestellt, unsere Schlussfolgerung stützen.

Gitter VI hat keine von II merklich verschiedene Wirkung.

Gitter V, das Negativ von I, und VII, dessen mittlerer Spaltenabstand gleich dem von V ist, stehen bezüglich ihrer Beugewirkung in demselben Verhältnisse zu einander, wie I und IV. Es ist auch hier wieder die Anzahl der Streifen und die Anzahl der Spalten auf der gleichen Länge die gleiche, und dennoch entspräche VII in seiner Beugewirkung beiläufig einem

doppelt so feinen Gitter als V. Nr. VIII entspricht einem sehr groben Gitter äquidistanter Streifen. Es liegen hier ähnliche, nur complicirtere Verhältnisse vor, wie bei I, die sich auch wieder unter Umständen durch die Beeinflussung der Helligkeit einzelner Spectren, wie im vorliegenden Falle 4 und 6, manifestiren können. Ich glaube nun einerseits durch die Versuche mit dem Gitter von variirbarem Streifenabstande, anderseits durch die Versuche mit meinen photographirten Gittern gezeigt zu haben, was ich oben experimentell zu zeigen versprach, nämlich dass auf die Beugungserscheinungen solcher complicirterer Gitter nicht etwa die Sätze über die Beugewirkung der gewöhnlichen Gitter angewendet werden dürfen, und die beobachteten Beugungserscheinungen nicht unbeträchtliche Abweichungen zeigen. Und die hieraus zu ziehenden Schlüsse, welche ich dort (S. 13) vorweggenommen habe, fasse ich nochmals zusammen, indem ich damit diesen Theil meiner Mittheilung schliesse: Es geht vorläufig nicht an, aus den Beugungserscheinungen, welche man von den reicher gestreiften Muskelfasern der Insecten oder von die Querstreifung derselben nachahmenden complicirten Gittern erhält, Schlüsse auf die Gitteranordnung derselben zu machen und daraus etwa Folgerungen für deren Abbildung im Sinne der Abbe'schen Theorie abzuleiten, so wie man das für Gitter mit äquidistanten und gleich breiten Streifen nach bekannten Gesetzen thun kann.

Ich habe auch die Versuche Ranvier's über die Beugungserscheinungen von lebenden Froschmuskeln — deren Fasern bezüglich ihrer Streifung, wie oben (S. 11) ausgeführt, mit einem normalen Beugungsgitter von parallelen, äquidistanten und gleich breiten Streifen in Parallele gestellt werden könnten — in verschiedenen Zuständen der Spannung und Contraction wiederholt, indem ich auch diese Versuche für die Beobachtung nach Abbe's Art einrichtete.

Der Objectträger, welcher mir zum Aufpräpariren des frischen Sartorius oder auch des Hyoglossuspaares von *Rana esculenta*, mit welchen Muskeln ich experimentirte, gedient hat, ist in Fig. 3 der Tafel in halber natürlicher Grösse abgebildet. In einer Platte *O* aus Hartgummi befindet sich in der Mitte ein rechteckiger Aus-

schnitt über welchem ein Spiegelglasplättchen *G* mit rund abgeschliffenen Rändern aufgekittet ist. Zu beiden Seiten desselben befinden sich zwei Klemmen *K*, in welche die Leitungsdrähte der secundären Spirale eines Inductionsapparates eingeschaltet werden können. Ausserdem besitzt jede dieser Klemmen eine Durchbohrung in der Längsrichtung des Objectträgers, in welcher sich ein Stahlstift verschieben lässt, der an dem einen Ende ein feines Häckchen *H*, am anderen ein federndes Rähmchen aus Platindraht *P* trägt. Diese Stahlstifte können je nach Bedarf umsetzt werden, so dass sie die Häkchen oder die Platinrähmchen nach innen oder umgekehrt nach aussen kehren. Sie sind durch eine Schraube *S'* in der Klemme festzustellen. An einer Kurzseite der Platte *O* befindet sich eine Rolle *R*, über die ein Faden, bestimmt zum Tragen eines Gewichtschälchens, gelegt werden kann. Er muss, nach Entfernung des Stahlstäbchens rechts, am linken Stahlhäckchen befestigt, genau über die Ebene der Glasplatte und durch die Bohrung der rechten Klemme laufen, ohne diese zu berühren. Endlich ist noch, in ein Metallrähmchen gefasst, ein geschliffenes Deckglas *D* über dem Spiegelglasplättchen beweglich angebracht. Das Rähmchen des Deckglases hat an zwei gegenüberliegenden Seiten je einen kleinen Daumen, welche Daumen in verticale Führungen eingreifen, in welchen das Deckglas mittelst seines eigenen Gewichtes von 1·45 *g*, oder aber durch den Druck zweier Schrauben *S* auf den über dem Glasplättchen aufpräparirten Muskel herabgedrückt wird.

Der Sartorius wird zu diesen Versuchen mit Erhaltung beider Endsehnen herauspräparirt, das Hyoglossuspaar mit Zunge und Stimmritze, wie zu dem bekannten Weber'schen Versuche über die Verkürzungsgrösse. Die so hergestellten frischen Muskelpräparate können in verschiedener Weise auf den Objectträger gebracht werden, so wie es für den einen oder anderen Versuch vortheilhafter ist. Handelt es sich nur darum, das Spectrum des lebenden ungedehnten Muskels zu beobachten, so kann dieser einfach auf das Spiegelglasplättchen aufgelegt und mit dem Deckglase bedeckt zur Untersuchung gebracht werden. Ja, man kann auch ohne Deckgläschen beobachten, aber das empfiehlt sich nicht, weil mit Deckgläschen die Spectralerscheinungen der dadurch planparallel gemachten Muskelplatte viel schöner und

schärfer in die Erscheinung treten. Anstatt den Muskel einfach aufzulegen, kann man ihn auch mittelst der federnden Platinrähmchen *P* an der Platte festhalten oder man kann ihn an den beiden Häkchen *H* befestigen. Diese letzte Art der Anordnung erlaubt zugleich den Einfluss der verschiedenen Spannung auf die Beugewirkung des Muskels zu untersuchen. In genauerer Weise kann man den Einfluss verschiedener Spannung aber ermitteln, wenn man den Muskel nur auf der einen Seite an dem Häkchen des Stahlstiftes befestigt; der andere Stahlstift wird dagegen entfernt und durch das für ihn bestimmte Loch der Klemme ein Faden gezogen, der mittelst eines Häkchens an dem Muskel befestigt wird, an dem anderen Ende dagegen über die Rolle *R* läuft und ein Schälchen trägt, auf welches verschiedene Gewichte aufgelegt werden können. Während man allmählich die Belastung ändert, kann man die Beugewirkung beobachten. Um den Einfluss der verschiedenen Dicke der Muskellamelle auf deren Beugewirkung zu untersuchen, braucht man nur das Deckglas durch gleichmässiges Herabdrehen der beiden Schrauben *S* fester und fester aufzudrücken. Es gelingt so besonders gut beim Hyoglossus, die Breite der Lamelle auf das Zwei- bis Vierfache zu bringen, dementsprechend also eine bedeutende Verdünnung des Präparates zu erzielen. Wenn man die Fascie des Hyoglossus vorher durch einige Längsschnitte mit einem scharfen Scalpelle zertrennt, kann man auf diese Weise sehr feine Bündel von nur wenigen Muskelfasern erhalten.

Um die Beugungserscheinungen während der Contraction und im Tetanus zu beobachten, stellte sich mir die folgende Anordnung als die beste heraus. Der Muskel — leichter zu handhaben ist hier der Sartorius — wird wieder auf der einen Seite an das Stahlhäkchen gehängt oder mittelst der Platinfeder festgehalten, auf der anderen Seite in der beschriebenen Weise mit Gewichten und endlich noch durch das aufgelegte Deckglas belastet. Will man ein Dickerwerden der Lamelle während der Contraction verhindern, so dreht man die Schrauben *S* beiderseits gerade bis zur Berührung mit dem Daumen des Deckglasrahmens herab. Von der Klemme, durch welche der Faden zum Schälchen läuft, geht eine kleine Spirale aus feinstem Kupferdrahte zu dem Häkchen, mittelst dessen der Faden in den Muskel eingehängt

ist. Dann kann der Muskel beiderseits durch die Klemmen *K* mit den Enden der secundären Spirale des Inductionsapparates in Verbindung gesetzt werden. Um endlich, was Ranvier ebenfalls gethan hat, zu entscheiden, ob eine Veränderung in der Beugewirkung des gereizten und an der Verkürzung gehinderten maximal gespannten Muskels eintrete, kann der Muskel auch wieder zwischen den Häkchen der beiden Stahlstifte oder aber mittelst eines entsprechend grossen Gewichtes in der beschriebenen Weise maximal gespannt werden. Bei allen diesen Versuchen sind Deckglas und Grundplättchen durch physiologische Kochsalzlösung feucht und glatt zu halten, und ist bei den Reizversuchen dafür zu sorgen, dass kein Vertrocknen der Muskelsubstanz an den Befestigungsstellen (Häkchen oder Klemmen) eintritt.

Die allgemeine Versuchsanordnung war der zur Beobachtung der Beugungserscheinungen an todten Muskeln und Fasern ähnlich. Lichtquelle war mir ein Spalt von 2 *mm* Breite und 1 *cm* Länge im Blechcylinder eines Argandbrenners. Abstand vom Stahlspiegel 40 *cm*. Abbe ganz oben. Lichtbild 3·63 *mm* unter der Objectebene. Obj. Zeiss, a_3, Oc. III mit Mikrometer in 0·1 *mm*, Tubus 155 *mm*.

Der Abstand des ersten Beugungsspectrums vom ungebeugten Spaltbilde betrug beim lebenden ausgedehnten Sartorius bei der eben angegebenen Versuchszusammenstellung 30—35 Theilstriche des Ocularmikrometers, während unter denselben Bedingungen (Lichtbild 3·63 *mm* unter der Objectebene) untersuchte Ranvier'sche Lamellenharzpräparate einen Abstand von 25—30 Theilstrichen zeigen. Aber schon geringe Dehnung bewirkt, entsprechend einem Gröberwerden der beugenden Structur, ein Zusammenrücken der Spectren; so war z. B. der Abstand bei einem Sartorius:

Ungedehnt	35	Theilstriche
Mit 2 *g* belastet	30	„
Mit 10 *g* belastet	25	„
Bei einem maximal gespannten Hyoglossus	17	„

Compression des Muskels hat keinen merklichen Einfluss auf den Abstand der Beugungsspectren von einander. Bei der

Contraction des Muskels rücken die Beugungsspectren auseinander — also entsprechend einem Feinerwerden der beugenden Structur — z. B. bei einem mit 5 *g* belasteten Sartorius von 27 auf 32—34 Theilstriche des Ocularmikrometers, bei 10 *g* Belastung nur um 2—5 Theilstriche. Dabei bleibt die Spectralerscheinung continuirlich sichtbar, wenn die oben als die beste angegebene Versuchsanordnung eingehalten wird. Sonst aber, besonders wenn kein Deckglas aufgelegt und die Belastung zu gering gewählt wird, können leicht Umstände eintreten, welche ein zeitweises oder gänzliches Verschwinden der Spectren während der Contraction vortäuschen. Bei Reizung des maximal gespannten Muskels tritt keine Verschiebung der Beugungsspectren ein.

Wie man sieht, stimmen meine Resultate mit denen, welche Ranvier erhalten hat,[1] vollständig überein. Nur gegen einen Punkt seiner aus diesen Beobachtungen abgeleiteten Folgerungen muss ich mich wenden. Von der Beobachtung des Muskelspectrums während der Contraction berichtet Ranvier:[2] „Das Muskelspectrum bestand vor dem Zeitpunkte der Contraction. Es besteht während der ganz kurzen Dauer dieser letzteren, es bleibt auch noch bestehen, nachdem der Muskel wieder zur Erschlaffung gelangt ist. In keinem Momente hat es aufgehört, sichtbar zu sein, seine Ausdehnung allein hat sich verändert.“ Davon ist unzweifelhaft richtig, dass die Spectren während der ganzen Dauer der Contraction sichtbar bleiben, dass sie aber auch immer bestehen, kann nicht so entschieden behauptet werden. Wenn Ranvier[3] weiter sagt: „Ce fait exclut donc nécessairement l'existence du stade intermédiaire admis par Merkel et vient fortement à l'encontre de sa théorie de l'inversion de la striation musculaire“, so ist Folgendes gegen diese Schlussfolgerung zu bemerken: „Le stade intermédiaire“, das „homogene oder Übergangsstadium“, welches Merkel, Engelmann u. A. annehmen, und während welches, wie Ranvier ausführt,[4] „le muscle cesse d'être optiquement un réseau parallèle“, womit er gleichzeitig aufhören müsse, das Entstehen von Beugungs-

[1] L. c. 2.
[2] L. c. 2, p. 135 f.
[3] p. 137.
[4] p. 136 f.

O. Zoth: Beugende Structur der quergestreiften Muskelfasern.

Fig. 1.

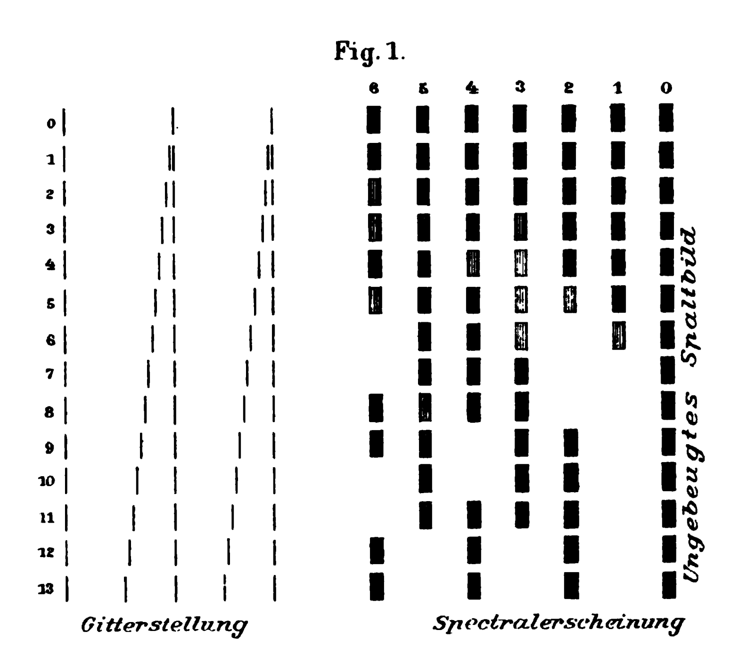


Fig. 2.

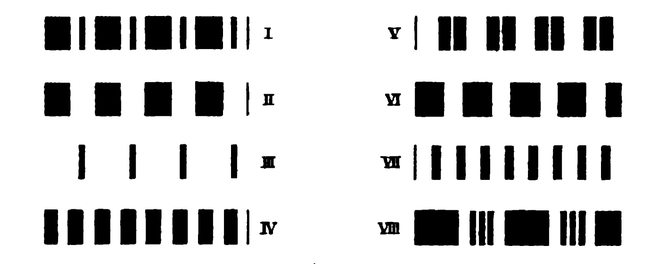
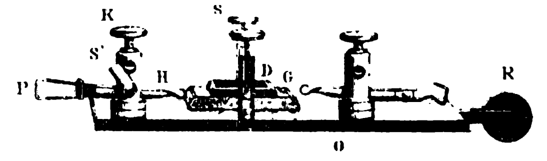


Fig. 3.



Lith Anstalt v J Barth, Fünfhaus Wien.



spectren zu verursachen, fällt offenbar in die Zeit vom Beginne der Contraction bis zur vollen Verkürzung des Muskels, in das Stadium der wachsenden Energie; die Zeit für dieses beträgt beim Froschmuskel circa 0·06 Secunden, und wir haben keinen Grund anzunehmen, dass unter den Versuchsbedingungen von Ranvier eine besonders langsame Contraction stattgefunden habe. Setzen wir nun selbst voraus, dass das homogene Stadium diese ganze Zeit für sich in Anspruch nähme, was in Wirklichkeit natürlich bei Weitem nicht der Fall sein kann, so bliebe immerhin nur ein Zeitraum von etwas über $^1/_{20}$ Secunde, während welches die Spectralerscheinung verschwunden sein könnte, ein Zeitraum, der, wenn man die Fortdauer des Lichteindruckes auf der Netzhaut bei aufeinanderfolgenden Lichteindrücken von verhältnissmässig geringer Intensität, wie sie thatsächlich sowohl bei Ranvier's als bei meiner Anordnung vorhanden waren, berücksichtigt, entschieden auch noch zu klein ist, um eine Discontinuität in den aufeinanderfolgenden Lichteindrücken der Beugungserscheinung vor und nach dem homogenen Stadium wahrnehmbar werden zu lassen.

Der Versuch von Ranvier kann also seinem Wesen nach zu gar keiner Entscheidung über die Existenz oder Nichtexistenz eines homogenen Stadiums bei der Contraction führen, und es bedarf der von Engelmann[1] gegen Ranvier gemachten Vorwürfe gar nicht, um Ranvier's Deductionen zu bekämpfen. Der Streit über das Vorkommen oder Nichtvorkommen eines homogenen Stadiums bei der Contraction könnte nur mittelst anderer Methoden ausgetragen werden.

---

[1] Neue Untersuchungen über die mikroskopischen Vorgänge bei der Muskelcontraction. Pflüger's Archiv, Bd. 18, S. 4.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XCIX. Band. X. Heft.

ABTHEILUNG III.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie aus jenem der theoretischen Medicin.

XXV. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1890.

Der Secretär legt das eben erschienene Heft VII (Juli) des 99. Bandes Abtheilung II. b. der Sitzungsberichte vor.

Das c. M. Herr Prof. Dr. Rich. Maly in Prag übersendet eine Abhandlung des Med. et Phil. Dr. F. Schardinger, k. u. k. Regimentsarzt, aus dem bacteriologischen Laboratorium des k. u. k. Militär-Sanitätscomités in Wien. Dieselbe hat den Titel: „Über eine neue optisch active Modification der Milchsäure, durch bacterielle Spaltung des Rohrzuckers erhalten".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlung vor:

1. „Elektrische Beobachtungen auf dem hohen Sonnblick (3100 *m* über dem Meere)", von J. Elster und H. Geitel in Wolfenbüttel.

Ferner legt der Secretär vor:

2. „Über die Entstehung organischer Cylindergebilde", von Prof. Karl Fuchs in Pressburg.
3. „Über die Abhängigkeit des specifischen Volumens gesättigter Dämpfe von den specifischen Volumen der zugehörigen Flüssigkeiten und der Temperatur", von Dr. Gustav Jäger in Wien.

Herr Dr. Hans Reusch, Director der geologischen Landesaufnahme in Kristiania, übersendet eine Mittheilung: „Über sehr alte Gletscherbildungen".

Der Secretär legt drei versiegelte Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor, und zwar:

1. Von Herrn cand. phil. Victor Grunberg in Wien mit der Aufschrift: „Ein meteorologisches Problem".

2. Von Herrn Max v. Groller-Mildensee, k. und k. Oberstlieutenant in Wien, ohne Inhaltsangabe.
3. Von Herrn stud. phil. F. Wilhelm in Wien mit dem Titel: „Ein physikalisches Problem“.

Das w. M. Herr Hofrath J. Hann überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Die Veränderlichkeit der Temperatur in Österreich.“

Das w. M. Herr Prof. Lieben überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. Aug. Freund aus Lemberg, betitelt: „Zur Kenntniss des Vogelbeersaftes und der Bildung der Sorbose, 1. Mittheilung“.

Herr Dr. C. Grobben, Professor an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Antennendrüse von Lucifer Reynaudii M. Edw.“.

Herr Dr. Richard Ritter v. Wettstein, Privatdocent an der Wiener Universität, überreichte eine Abhandlung, betitelt: „Die Omorika-Fichte, *Picea Omorica*. Eine monographische Studie“.

XXVI. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1890.

Der Secretär legt eine eingesendete Abhandlung von Herrrn Vincenz v. Giaxa, Professor an der k. k. nautischen Schule in Lussinpiccolo: „Theoretische Formel für die Gangbestimmung astronomischer Regulatoren" vor.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben behufs Wahrung der Priorität vor, welches die Aufschrift trägt: „Heilung der Amblyopie und Amaurose", von Dr. Johann Hirschkron in Wien.

Das w. M. Herr Prof. Emil Weyr überreicht eine Abhandlung: „Über Raumcurven sechster Ordnung vom Geschlechte Eins." (Erste Mittheilung.)

Ferner überreicht Herr Prof. Weyr eine Arbeit des Herrn Theodor Schmid in Linz: „Über Berührungscurven und Hülltorsen der windschiefen Helikoide und ein dabei auftretendes zwei-zweideutiges Nullsystem."

Herr J. Liznar, Adjunct der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, legt einen zweiten vorläufigen Bericht vor über die von ihm im Sommer d. J. an 22 Stationen ausgeführten erdmagnetischen Messungen, welche einen Theil der auf Kosten der kais. Akademie der Wissenschaften unternommenen neuen magnetischen Aufnahme Österreichs bilden.

Über das Wesen des vermeintlichen „Hirndrucks" und die Principien der Behandlung der sogenannten „Hirndrucksymptome"

von

Prof. Dr. **Adamkiewicz.**

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. November 1890.)

I. Geschichtliches.

Wenn ich über die geschichtliche Entwickelung des hier zu behandelnden Gegenstandes einen Überblick zu geben unterlasse, so geschieht das nicht deswegen, weil ich mich über den ehrenwerthen Brauch der historischen Treue hinwegsetzen möchte, sondern weil die hier entwickelten Thatsachen ihre Vorläufer in meinen eigenen Arbeiten besitzen, auf welche zurückzukommen sich weiter unten hinreichend Gelegenheit bieten wird.

Denn was über „Hirndruck" vor meinen Untersuchungen geschrieben worden ist, das geht von der Überzeugung aus, die Nervenmasse sei „incompressibel" und bemüht sich, Argumente zu schaffen, welche die Existenz eines „Hirndruckes" stützen sollten.

Ich dagegen konnte weder die Nervenmasse des Gehirnes „incompressibel", noch jemals im Schädel die Bedingungen für die Entstehung eines „Hirndruckes" finden. Und indem ich daher für die dem „Hirndruck" zugeschriebenen Symptome nach neuen Erklärungen suchte, stiess ich auf eine Reihe von Thatsachen, welche nicht nur diese Symptome in einem neuen Licht zeigten, sondern uns gleichzeitig mit den Folgen der bis dahin unbekannten Gehirncompression bekanntmachen durften.

Nichtsdestoweniger hiesse es ein bekanntes Naturgesetz verkennen, wollte man nicht zugeben, dass jede Wahrheit nicht

anders, als auf dem beschwerlichen Wege der Irrungen zum Ziele gelangt, durch sie geläutert wird, und scharf und klar erst dort erglänzt, wo sie gegen die Schatten der unvollkommenen und sich läuternden Erkenntniss mit scharfem Contour hervortritt.

Desshalb darf die Bedeutung jener Untersuchungen, welche der früheren Lehre vom „Hirndruck“ dienten, für den gegenwärtigen Stand dieser Frage nicht unterschätzt werden. Und ich erfülle nur die Pflicht der Gerechtigkeit, wenn ich auch hier der grossen Verdienste gedenke, welche Männer wie v. Bergmann, Leyden, Naunyn u. A. für die Hirndruckslehre überhaupt in gediegenster Arbeit erwarben.

II. Stellung der Lehre vom Hirndruck in der Pathologie des Gehirnes.

Bis vor Kurzem hat die Pathologie des Gehirnes ganz im Banne Einer Lehre gestanden, derjenigen vom „Hirndruck“. Keine Läsion, ja kaum eine schwere Affection des Gehirnes hat es gegeben, bei denen der „Hirndruck“ nicht eine wichtige diagnostische Rolle gespielt und als die eigentliche Grundlage der schwersten Erscheinungen gegolten hätte. „Hirndruck“ war es, wenn nach einer Schädelverletzung der Kranke gelähmt, schwer athmend, mit herabgesetztem Puls, Neigung zum Erbrechen und ohne Bewusstsein dalag. Durch „Hirndruck“ wurde der Kopfschmerz und die Stauungspapille erklärt, die das Wachsthum einer Neubildung im Schädel begleiten. Und ging endlich ein Kranker, der an tuberculöser Meningitis litt, comatös mit starrem Blick in den zitternden und zuckenden Augen und unter Krämpfen zu Grunde, so war es auch der „Hirndruck“, an dem man ihn schliesslich sterben liess.

III. Pathologische Physiologie der partiellen intracraniellen Raumbeschränkungen durch Herde.

1. Die alte Lehre.

Und es hatte seine guten Gründe, wesshalb die Lehre vom „Hirndruck“ zu dieser Bedeutung gelangte und eine herrschende Stellung in der Pathologie des Gehirnes einnahm.

Schien sie doch intracranielle Processe der mannigfaltigsten Art gleichsam in eine einzige Formel zu fassen, und machte sie doch recht complicirte Vorgänge dem erklärungsbedürftigen Geist mit einem einzigen Schlagwort klar und verständlich! Und dieses Schlagwort war der Ausdruck eines gar bündigen Raisonnements (v. Bergmann[1]).

Die Masse des Gehirnes sei offenbar „incompressibel“, lehrte dieselbe. Denn sie könne sich doch dem Druck gegenüber nicht anders verhalten, wie das bekanntlich incompressible Wasser, aus dem sie zum grossen Theil bestünde. Und daraus folge, dass, wenn der zwischen Gehirn und Schädel befindliche von Cerebrospinalflüssigkeit erfüllte, intracranielle Raum durch ein neues, pathologisches Product von einigermassen mensurablen Dimensionen, wie Knochenstücken, wachsenden Tumoren, entzündlichen Flüssigkeiten, beengt würde, — dass unter solchen ungewöhnlichen Verhältnissen nicht das Gehirn, sondern die Cerebrospinalflüssigkeit ausweichen müsse, wozu sie durch Überfliessen aus der Schädelhöhle in den dehnbaren Durasack des Wirbelkanals die beste Gelegenheit fände.

Weil aber der Sack der Dura den ausweichenden Liquor nur in einer solchen Menge aufnehmen könne, welche seiner Dehnbarkeit entspräche, diese aber begrenzt sei, so sei es sehr begreiflich, dass bei einigermassen grossen intracraniellen Herden schnell derjenige Zeitpunkt eintreten müsse, wo die auf's Äusserste gespannten Membranen der Dura jeden weiteren Übertritt von Liquor aus dem Schädel in den Rückenmarkskanal verwehrten.

Nun zwänge der intracranielle Herd den zwischen Gehirn, Dura und Herd gleichsam eingekeilten Liquor sich auf den einmal gegebenen Raum zusammenzudrängen. Und weil das nur möglich sei durch ein Zusammenpressen derselben, so nehme eben die Spannung des Liquor über ihre natürlichen Grenzen hinaus zu; und so entstände die intracranielle Drucksteigerung oder der „Hirndruck“.

Dass die unter höherer Spannung befindliche Cerebrospinalflüssigkeit gegen die Wände des Raumes, in welchem sie eingeschlossen sei, auch mit entsprechend erhöhter Kraft drücken müsse, das sei nun ganz selbstverständlich. Und da die Wände dieses Raumes gebildet würden einerseits durch die starre und

unnachgiebige Schädelkapsel, anderseits durch das „incompressible“ Gehirn mit seinen vornehmlich in der Pia, also auf der Oberfläche, verlaufenden Blutgefässen; so sei nichts klarer, als dass die gleichsam unter der Presse des gespannten Liquor befindlichen Blutgefässe des Gehirnes — zumal „die mit so zarten Wandungen versehenen Capillaren“ — gedrückt und ausgepresst werden müssten.

So entstände Gehirnanämie. Und weil das Gehirn, um zu functioniren, des normalen Zuflusses von Blut bedürfe, so sei es vollständig klar, wie das Gehirn durch den „Hirndruck“, der ihm das Blut entziehe, in seiner Function beeinträchtigt würde. Nun kämen die Folgen dieser Functionsstörungen, und zwar im Besonderen Lähmungen und Krämpfe, Störungen der Respiration und Nystagmus, Brechbewegungen und — da derselbe Druck, der die Capillaren des Gehirnes comprimire, naturgemäss ja auch den Rückfluss des venösen Blutes zum Schädel erschwere und so das von aussen in den Schädel einströmende Venenblut in den extracraniellen Venen aufhalte — Stauungspapille. Schliesslich folgten Coma und Tod.

Um die Richtigkeit dieser Deductionen zu prüfen, stellte man den „Hirndruck“ künstlich an Thieren her, indem man in den trepanirten Schädel derselben entweder erstarrende Massen (Pagenstecher[2]) oder Flüssigkeiten (Leyden,[3] Naunyn[4]) „unter bestimmtem Druck“ eintrieb. Und richtig! soll es auch auf diesem Wege nicht nur gelungen sein, an Thieren alle sogenannten „Hirndrucksymptome“ experimentell zu erzeugen, sondern noch speciell zu zeigen, wie jedem Druck ein eigenes sogenanntes „Hirndrucksymptom“ entspräche und wie derjenige Druck den Tod herbeiführe, welcher den Schädelraum unter einen Druck setze, welcher dem in der Carotis herrschenden gleichkomme, und so, wie man meinte, dem arteriellen Blut zum Gehirn den Eintritt vollständig verwehrte.

Auf vier Pfeilern ruht also die gewichtige Lehre von „Hirndruck.“ Und diese vier Pfeiler sind: die Incompressibilität der Nervenmasse, die erhöhte Spannung der durch die intracraniellen Herde verdrängten Cerebrospinalflüssigkeit, die durch letztere bewirkte Compression der Gehirncapillaren oder die Gehirnanämie und die durch diese Blutleere erzeugten

Störungen der Hirnfunction in Gestalt der sogenannten „Hirndrucksymptome“.

2. Die neuen Ergebnisse.

Es fragt sich nun: Sind diese Pfeiler echt und halten sie Stand dem Ansturm der Kritik?

Prüfen wir sie daraufhin:

A. Das Nervengewebe ist compressibel.

Wie steht es mit der vermeintlichen „Incompressibilität“ des Nervengewebes? Das ist die erste Frage, die wir zu beantworten haben. „Incompressibel“ nennt die Physik diejenigen Körper, welche eingeschlossen in einem soliden Gefäss mit undurchlässigen Wänden von einem drückenden Stempel eine Verkleinerung ihres Volumens nicht erfahren.

Wollten wir die Gehirnsubstanz auf diese Eigenschaft prüfen, so müssten wir sie in ein Gefäss von Glas oder Eisen bringen und in demselben zusammenzudrücken suchen.

Aber wir können uns diesen Versuch ersparen. Denn derselbe wäre nur mit todter Gehirnsubstanz ausführbar. Und nicht von dem todten, sondern von dem lebenden Gehirn behauptet die Hirndruckslehre, dass es sein Volumen durch Druck nicht ändern könne.

Sehen wir also nach, ob das lebendige, im Schädel eingeschlossene Gehirn unter dem Einflusse des Druckes sein Volumen thatsächlich nicht ändert.

Zunächst steht es ganz ausser Zweifel, dass — zumal langsam wachsende — Tumoren die lebende Substanz des Gehirnes wie des Rückenmarkes auf Bruchtheile ihres ursprünglichen Volumens zusammendrücken können, ohne sie in ihrer Function zu beeinträchtigen, d. h. ohne sie materiell zu lädiren. Ich habe klinische Belege dafür bereits mehrfach gegeben.[5]

Das Experiment[6] aber legt diesen Punkt über jedweden Zweifel klar. Bringt man einem Thiere Stückchen von Laminaria zwischen Schädel und Dura, so wirkt dieser quellende Körper ähnlich wie ein langsam wachsender intracranieller Tumor. Man kann mit solchen Körpern die Schädelhöhle eines Kaninchens

bis zu einem Sechstel ihres Rauminhaltes ausfüllen, ohne das Gehirn in seiner Function auch nur im Geringsten zu stören. Untersucht man das Verhältniss der gequollenen Laminaria zur Gehirnsubstanz nach dem Tode des Thieres genauer, so findet man eine sehr einfache Lösung dieses so auffälligen Ergebnisses. Der gequollene Fremdkörper liegt in der Gehirnsubstanz, wie in einer weichen Masse, gebettet, ohne sie sonst irgendwie auch nur im Geringsten alterirt zu haben, und hinterlässt, wenn man ihn aus der todtenstarren und unverletzten Gehirnsubstanz vorsichtig heraushebt, einen vollständigen Abdruck seiner Gestalt.

Untersucht man ferner die eingedrückten Stellen des Gehirngewebes mikroskopisch, nachdem sich die durch die Laminaria hervorgerufenen Gewebsveränderungen im Gehirn nach monatelangem Bestande consolidirt haben, so erkennt man leicht, wie hier die Elemente des Nervengewebes nicht nur näher aneinander gerückt, sondern auch deutlich kleiner geworden sind, als sie sich im normalen Gewebe präsentiren, und gewinnt so geradezu elementare Beweise dafür, dass die lebende Gehirnsubstanz durch Druck condensirt wird und also im wahren Sinne des Wortes compressibel ist.

Leicht findet sich nun auch die mechanische Erklärung für diese doch so ausserordentlich wichtige Erkenntniss! Denn das Gehirn mit seinen 80% Wasser sitzt weder in einem Glaskasten, noch in einem eisernen Behälter. Der Schädel, der es einschliesst, ist ein poröser, von tausenden und abertausenden Canälen durchzogener Knochen, der die Flüssigkeiten des Gehirnes von den kreisenden Säften des übrigen Körpers nicht scheidet, sondern sie alle vielmehr in freiester und vollkommen offener Communication lässt.

Wie ausserordentlich gross dieselbe ist, das werden neue, bald näher zu erörternde Versuche weiter unten noch besonders lehren.

Nichts ist desshalb klarer, als dass jedes fremde Gebilde, das in den Schädelraum eindringt oder sich hier entwickelt, sich im Hirngewebe selbst seinen Weg bahnt, indem es eine seinem Volumen entsprechende Menge von Gewebsflüssigkeit aus dem nachgiebigen Nervengewebe

herauspresst und in die den Schädel verlassenden Blut- und Saftgefässe hineindrückt.

B. Eine pathologisch erhöhte Spannung des Liquor cerebro-spinalis gibt es nicht.

Obgleich mit dem Nachweis der Compressibilität des Nervengewebes, speciell der Nachgiebigkeit der Gehirnsubstanz für intracranielle Herde, wie leicht ersichtlich, der ganzen Hirndruckslehre der Boden entzogen ist, so wollen wir uns trotzdem der Mühe nicht entziehen, noch ganz speciell und direct zu prüfen, ob eine Spannungszunahme des Liquor-cerebrospinalis unter dem Einfluss raumbeschränkender Herde im Schädel so, wie es die Hirndruckslehre will, zu Stande kommen kann oder nicht. Ist doch diese hypothetische Spannungszunahme die eigentliche Quintessenz des ganzen Hirndrucks und daher von einer Wichtigkeit, der gegenüber es einen Überfluss an Beweismitteln selbstverständlich nicht geben kann.

Da die Druckverhältnisse des Liquor in der Hirndruckslehre nur insofern eine Rolle spielen, als ihnen die alte Theorie einen bestimmenden Einfluss auf die Blutcirculation im Schädel, speciell im Gehirn zuschreibt, so bin ich, um diesen Einfluss zu prüfen, einfach in folgender Weise verfahren:

Nach Feststellung des normalen Druckes in der Carotis und im Hauptstamm der Vena jug. brachte ich Laminaria zwischen Dura und Schädel der Versuchsthiere und stellte mittels graphischer Methoden auf das Genaueste fest, wie sich in diesen beiden Hauptstämmen der Druck ändert, während der raumbeschränkende Herd im Schädel durch Quellung wächst.

Das Resultat war constant folgendes:

Weder der Druck in der Carotis, noch der der Jugularvene erleidet durch die intracranielle Raumbeschränkung auch nur die allergeringste Änderung. Wäre die alte Theorie richtig, dass der durch den intracraniellen Herd verdrängte Liquor vermöge seiner erhöhten Spannung die Capillaren des Gehirnes comprimire, so müsste während der Entwickelung eines intracraniellen Herdes der Blutstrom in der Carotis sich stauen, in der abführenden Vene versiegen, der Druck also dort steigen, hier sinken.

Da das nicht der Fall ist, da sich vielmehr die Druckverhältnisse in den zu- und den abführenden Blutgefässen des Gehirnes trotz der Entwickelung eines intracraniellen Herdes nicht ändern, so folgt hieraus auf das klarste, dass intracranielle Herde den natürlichen Blutstrom im Gehirn nicht alteriren. Und darin liegt der Beweis, dass sie also auch nicht in dem Sinn auf den Liquor wirken können, wie ihnen die alte Hirndruckslehre zuschreibt.

Wenn nun aber Beschränkungen des Schädelraumes, welche zweifellos Liquor verdrängen, den Capillarstrom im Gehirn nicht beeinträchtigen, so kann das offenbar nur so geschehen, dass der Liquor im Moment seiner Verdrängung und also auch Spannungszunahme im Schädel, statt auf die Capillaren zu drücken, in die Blutgefässe zurücktritt oder auf Nebenwegen den Schädel verlässt.

Was aber auch geschehen mag, so viel steht fest, dass der Liquor, indem er im Moment der Veränderung, sei es durch Resorption, sei es durch Abfluss aus dem Schädel, sich schnell zu dem in den Capillaren herrschenden Druck in das natürliche Gleichgewicht setzt, die Eigenschaften eines einfachen Transsudates aus dem Blut verräth. Und als solches kann er selbstverständlich einerseits immer nur in solcher Menge sich bilden, als dem jedesmal zwischen Schädel und Gehirn vorhandenen Raum[1] entspricht, während er anderseits zwar selbst vom Blutdruck beherrscht wird, niemals aber weder einen positiven Einfluss auf denselben erreichen, noch überhaupt je zu einer selbstständigen Spannung gelangen kann.

Wenn diese Schlüsse noch nicht klar genug sind, dann erinnere ich daran, dass die Menge des Liquor sich vermehrt, wenn der venöse Abfluss aus dem Schädel gehemmt ist. Man erkennt das an dem Erheben der Fontanelle des Kindes beim Schreien und Weinen desselben, und noch besser aus dem erheb-

---

[1] Man kann diese Thatsache auch experimentell nachweisen. Bringt man beispielsweise eine Glasperle zwischen Schädel und Gehirn eines Kaninchens, so sinkt die Glasperle mit der Zeit durch die Gehirnsubstanz bis auf die Schädelbasis und hinterlässt unter dem Schädelknochen in der unverändert fortfunctionirenden Gehirnsubstanz eine entsprechende, mit Liquor gefüllte Höhle.

lich vermehrten Abfluss des Liquor aus einer Schädelspalte, wenn der mit einer solchen behaftete Patient nach intensiver Inspiration Mund und Nase schliesst und nun eine forcirte Exspirationsbewegung ausführt.

Beim Schreien des Kindes, wie bei der forcirten Exspiration des Kranken wird der Abfluss der oberen Hohlvene zum rechten Herzen erschwert, das venöse Blut also auch im Gehirn und im Schädel gestaut und so der Capillardruck im Gehirn erhöht.

Da eine Erhebung der Fontanelle beim schreienden Kinde und ein vermehrter Abfluss von Liquor bei der Schädelfissur nur durch vermehrte Bildung und Drucksteigerung des Liquor zu Stande kommen kann, da beides, wie wir eben gesehen haben, eintritt, wenn der Abfluss des Venenblutes aus dem Schädel erschwert ist; so geht aus alledem klar hervor, dass nicht das Blut durch den Liquor, sondern umgekehrt der Liquor vom Blutdruck beherrscht wird, und dass daher der Liquor nie im Stande sein kann, eine Anämie des Gehirnes zu erzeugen, sondern umgekehrt, dass die Stauungshyperämie des Gehirnes die Bildung des Liquor erhöht und somit auch eine Drucksteigerung desselben im Schädel hervorbringt.

Das ist aber das gerade Gegentheil von dem, was die alte Hirndruckslehre behauptet, — der stricteste Beweis dafür, dass es einen Hirndruck, eine „pathologisch erhöhte Spannung des Liquor und eine durch sie bewirkte Capillarcompression im Gehirn,“ überhaupt nicht geben kann.

C. Ein intracranieller Herd kann nicht Gehirnanämie hervorbringen.

Gibt es aber keinen Hirndruck, so wird es auch keine durch einen Hirndruck erzeugte Gehirnanämie geben, umsoweniger, als wir soeben erfahren haben, dass eine jede Spannungszunahme im Liquor gar nur mit Hirnhyperämie sich verbindet.

Aber auch hier sollen uns die so klaren Verhältnisse nicht davon zurückhalten, bezüglich der von der alten Lehre geforderten „Gehirnanämie“ den festen Boden der directesten Thatsachen zu suchen. Und so wollen wir uns denn zunächst daran erinnern, dass, wie ich das bei der Untersuchung der Spannungsverhältnisse des Liquor erörtert habe, der Blutstrom weder in der

Carotis, noch in der Jugularvene auch nur im Geringsten seinen Charakter ändert, während ein mächtiger raumbeschränkender Herd sich im Schädel entwickelt. Schon das ist eine Thatsache, welche vollkommen genügt, zu beweisen, dass der raumbeschränkende Herd im Schädel an der normalen Blutcirculation im Gehirn absolut nichts ändert. Aber wir können uns von dieser Thatsache noch directer und zwar unmittelbar durch den Augenschein überzeugen. Spritzt man nämlich, während ein Stück Laminaria im Schädel quillt, in die Carotis des Thieres gefärbten Leim und untersucht man das so injicirte Gehirn mikroskopisch, so findet man nicht nur das Gehirn im Ganzen, sondern ganz speciell noch die Stelle, welche durch den quellenden Herd comprimirt oder, wie wir bereits gefunden haben, condensirt worden ist, von vollkommen offenen Gefässen durchzogen.

Die Blutgefässe des Gehirnes werden also durch intracranielle Herde nicht geschlossen. Ja, im Gegentheil, sie werden durch sie so wenig geschädigt, dass sie an der condensirten Stelle nicht nur nicht verengt, sondern, wenn der comprimirende Herd längere Zeit, etwa einige Monate, im Schädel des Thieres verblieben ist, im Gegentheil sogar erweitert und vermehrt sich zeigen.

Also auch im Punkte der Anämie irrt die alte Hirndruckslehre ganz gewaltig und deducirt gerade das volle Gegentheil von dem, was die Natur thatsächlich vermöge regulatorischer Reactionen der Gefässwände, die auf Druck erschlaffen, zum Heil des gedrückten und so bedrohten Organes hervorbringt.

D. Hirndruckssymptome sind nicht die Folge intracranieller Spannungszunahmen, sondern der allgemeine Ausdruck der Reizung und der Lähmung der irgendwie alterirten Gehirnsubstanz.

Dass, da es einen „Hirndruck" und eine durch einen solchen bedingte Gehirnanämie nicht gibt, also auch die von der alten Lehre als „Hirndruckssymptome" gedeuteten Phänomene weder mit dem „Hirndruck", noch mit der von einem solchen erzeugten Anämie principiell etwas zu thun haben können, das bedarf nunmehr wohl keiner weiteren Erklärung. Aus dieser Erkenntniss aber erwächst die wissenschaftliche, wie praktische Nothwendig-

keit, das eigentliche Wesen und die wahre Natur dieser Phänomene festzustellen.

Da muss es denn zunächst frappiren, dass der Nystagmus und die beschleunigte Athmung, die Brechneigung und der herabgesetzte Puls, die Krämpfe, die Lähmung und die Störung des Bewusstseins, mit einem Worte, dass das ganze wohlgezählte Häuflein der sogenannten „Hirndrucksymptome" ebenso gut bei einer Verletzung des Schädels, wie einer Entzündung des Gehirnes, nicht weniger bei Anwesenheit eines Tumors im Schädel, als bei derjenigen einer Tuberculose der Hirnhäute vorkommen und selbst mit Ausschluss jeder gröberen materiellen Läsion des Gehirnes durch Blutverluste, hohe, besonders septische Fieber, epileptische Zustände, Erschütterungen, ja schliesslich jede Kachexie, jede Inanition hervorgerufen werden können. So müssen wir uns denn doch sagen, dass das, was für „Hirndrucksymptome" gehalten wird, vielleicht gar nichts anderes ist, als eben derjenige Complex von Reactionen, mit welchen das kranke Gehirn auf alle, selbst die heterogensten anormalen Einwirkungen antwortet. Und sofort kommt uns der Gedanke, dass wir in jenem Symptomencomplex vielleicht gar nur den allgemeinen physiologischen Ausdruck jenes Zustandes vor uns haben, in welchen das Gehirn durch abnorme Einwirkungen überhaupt versetzt wird. Physiologisch böte ein solcher Zustand durchaus nichts Räthselhaftes dar.

Bezeichnet doch die Physiologie denjenigen Zustand eines nervösen Elementes, in welchen es als Antwort auf die heterogensten Einflüsse immer in ein und derselben Weise erregt wird, als dessen Erregungszustand und jene Einflüsse, welche solche Erregungen provociren, als Reize.

Wir gelangen so zu dem überraschenden, aber gleichzeitig erlösenden Schluss, dass die sogenannten „Hirndruckssymptome" wahrscheinlich nichts Anderes sind, als der allgemeine Ausdruck der Erregung, in welche das Gehirn durch beliebige Reize versetzt wird. Diesen Schluss über alle Bedenken zu erheben, ist ausschliesslich Sache des Experimentes. Und wenn es wirklich gelingt, das, wozu es beim Menschen schwerer Leiden bedarf, die klassischen „Gehirndrucksymptome" dem Thiergehirn durch einfache, künstliche Reize zu entlocken,

dann wird über das Wesen dieser Symptome gewiss jede Unklarheit schwinden.

Und dem Experiment gelingt diese Aufgabe thatsächlich.

Ob man den Schädel eines Thieres „verhämmert“ (Filehne[7]) oder seine Gehirnrinde elektrisch reizt, ob man dem Gehirn langsam das Blut entzieht, oder ihm, wie ich es vorschlage, von der Carotis aus eine reizende Flüssigkeit, einige Tropfen Ammoniak oder einige Cubikcentimeter kalten destillirten Wassers zuführt, immer erhält man, und zumal bei den zuletzt angeführten Versuchen, Nystagmus und Störungen der Respiration, Pulsverlangsamung und Krämpfe. Und dehnt man nur den Reiz so lange aus, bis das Nervengewebe, von den Reizen überwältigt, ermüdet, dann erhält man als Abschluss der Erregung die Symptome der Überreizung: Coma und Sterben.

So hat die Lehre vom Hirndruck an dem vorurtheilsfreien Versuch Schritt um Schritt an Boden verloren. Und was wir soeben entworfen, enthält, wenn auch in knappen Zügen, doch die Hauptergebnisse einer vieljährigen Arbeit,[5] die, so heftigen Widerspruch sie auch erfahren hat (v. Bergmann[1]), heute einen umso festeren Besitz der Wissenschaft bildet.

IV. Pathologische Physiologie der allgemeinen intracraniellen Raumbeschränkung durch pathologische Flüssigkeiten.

Doch kann mit den obigen Resultaten die Angelegenheit des Hirndruckes nicht als vollständig erledigt gelten.

Denn versteht man unter „Hirndruck“ eine abnorme Spannung innerhalb der Schädelhöhle überhaupt, und steht es einmal fest, dass der physiologische Liquor „Hirndruck“ nicht erzeugt, so wäre es doch immer noch möglich, dass die in der Schädelhöhle unter pathologischen Verhältnissen vorkommenden Ex- und Transsudate, so beim Hydrocephalus, bei der Meningitis u. s. w., ungewöhnliche Druckhöhen erreichten und die von der Hirndruckslehre construirten Wirkungen ausübten.

Scheinen doch für eine solche Annahme die schon erwähnten Versuche zu sprechen, auf welche die Hirndruckslehre sich

stützt und die angeblich durch Infusionen von Flüssigkeiten in den Schädelraum nicht nur „Hindruck“, Hirnanämie und Hirndrucksymptome im Allgemeinen, sondern im Speciellen noch, was von besonderer Wichtigkeit wäre, festgestellt haben sollen, dass jeder künstlichen Druckhöhe ein besonderes Krankheitssymptom entspräche, und dass der Tod dann eintrete, wenn die Spannung der Infusionsflüssigkeiten dem Caratidendruck gleichkäme und also, wie man deducirte, die Gehirncapillaren zum Verschluss brächte und jeden Zufluss von arteriellem Blut zum Schädel hemmte! Eine Controle dieser Angaben ist von allergrösster Bedeutung. Denn liesse sich, wenn auch nur auf dem Wege des Versuches, eine Flüssigkeit im Schädel unter abnorm hohem Druck, wenn auch nur kurze Zeit, erhalten und so die Existenz eines wenn auch nur künstlichen Hirndruckes mit Sicherheit beweisen, so gewänne damit die Vorstellung eines unter ganz abnormen Verhältnissen einmal auch natürlich entstehenden „Hirndrucks“ doch schon einen gewissen Schatten von Wahrscheinlichkeit.

1. Methode, den Schädelraum durch Infusionen allgemein zu beschränken.

Um die angeregte Frage zu entscheiden, bin ich in folgender Weise verfahren (vergl. Fig. I):

Ein grosser, mit einer Luftpumpe (*L*) communicirender Gasometer (*G*), der als Windkessel dient, wird einerseits mittelst einer T-förmig getheilten Röhre (*R*) mit einem kleinen Reservoir (*Rv*), der die Infusionsflüssigkeit enthält, anderseits mit einem Quecksilbermanometer (*M*) des Kymographion in Verbindung gesetzt. Von dem Flüssigkeitsreservoir (*Rv*) führt ein Schlauch zu einer in die Trepanöffnung des Versuchsthieres hermetisch eingeschraubten Stahlcanüle (*Sk*)[1] und vermittelt den Übertritt der Infusionsflüssigkeit in den Raum zwischen Schädel und Gehirn Sobald das Versuchsthier mittelst der Schraube (*Schr*) des Vivi-

[1] Die Construction derselben, namentlich ihr konisch sich verengendes mit einer auf ihrer Aussenseite befindlichen Schraubenwindung versehenes Ende sind aus der Zeichnung (*Sk*, Fig. I) leicht erkennbar. Sie wurde mir von Herrn Baltzar, Leipzig, verfertigt.

sectionstisches in das Niveau des Nullpunktes des Manometers gehoben worden ist, wird die Infusionsflüssigkeit in den Schädelraum des Versuchsthieres durch Bewegungen des Stempels der Luftpumpe eingepresst und der Druck, unter welchem das geschieht, durch den Schwimmer des entsprechenden Quecksilbermanometers an der rotirenden Trommel verzeichnet. Dieselbe Trommel nimmt gleichzeitig auch die graphischen Zeichen der Blutdruckschwankungen auf. Diese werden entweder durch den Schwimmer eines zweiten, mit dem erforderlichen Blutgefäss (*B*) verbundenen Manometers vermittelt, wenn der Blutdruck einer Arterie zu messen ist, oder durch den Hebel eines Marey'schen, mit einem mit Soda gefüllten Manometer verbundenen Kardiographen, wenn der Druck einer Vene aufgeschrieben werden soll.

Als Infusionsmedien verwende ich eine auf einige dreissig Grade erwärmte Kochsalzlösung von 0·6%, und bei gewissen Versuchen mit besonderem Vortheil atmosphärische Luft.

2. Die Wirkungen der intracraniellen Infusionen.

Die Resultate waren folgende:

A. Reactionen des Gehirnes.

Es hat im Grossen und Ganzen keinen wesentlichen Einfluss, ob man den Druck, mittels dessen die Infusionsflüssigkeit in den Schädel getrieben werden soll, allmählich, sprungweise oder plötzlich steigert. So lange derselbe eine gewisse Höhe (ungefähr 80 *mm* Hg) nicht übersteigt, bringt er gewöhnlich auch am Versuchsthier keinerlei Wirkungen hervor. Erst wenn die Infusionsflüssigkeit die wirksame Druckhöhe erreicht hat, beginnen Gehirnsymptome aufzutreten.

Aber es lässt sich weder bezüglich dieser Druckhöhe, noch auch bezüglich der durch sie hervorgerufenen Reactionen irgend etwas Constantes nachweisen.

Bald ist eine grosse (140 *mm* Hg.), bald eine kleine (80 *mm* Hg.) Infusionskraft nöthig, um die Phänomene zu erzeugen. Und diese selbst können bald mehr, bald weniger vollständig, bald stark, bald schwach hervortreten — und zuweilen sogar derart lückenhaft, dass ein plötzlich eintretender,

höchstens von einigen leichten Zuckungen begleiteter Tod des Versuchsthieres der einzige und alleinige Erfolg des Versuches bleibt.

Verzeichnet man nun gar den Druck, bei welchem die Infusionsflüssigkeit diese so verschiedenen Wirkungen ausübt, so ist man erstaunt, zu finden, dass auch nicht die geringste Gesetzmässigkeit zwischen jenem Druck und letzteren besteht und dass einerseits der Tod des Versuchsthieres eintreten kann, lange bevor noch die Infusion den Druck der Carotis erreicht (Curve V), wie anderseits das Thier ungestört fortzuleben im Stande ist, auch wenn die Infusion zu seinem Schädel den Druck der Carotis weit übertroffen hat (Curve II und III). Constant ist allemal nur das Eine. Ist erst eines der genannten Phänomene mit einer gewissen Stärke aufgetreten, so folgen auch die übrigen sogenannten „Hirndrucksymptome“ — Nystagmus, veränderter Puls, Respirationsstörungen, tetanische Krämpfe, Coma und Tod — mit grosser Vollständigkeit nach, oder sie sind, wenn das einmal nicht geschieht, jedenfalls doch leicht zu erzeugen, wenn man den Infusionsdruck auch nur um ein Minimum erhöht (Curve II bei 6 und 9 und III bei 6 und 9). Aus alledem ergibt sich mit voller Klarheit: Die einzelnen sogenannten „Hirndrucksymptome“ sind einander gleichwerthig. Die absolute Kraft, mit welcher die Infusionsflüssigkeit in den Schädel dringt, ihr Druck also ist für die Wirkungen, die sie hervorbringt, kein massgebender Factor. Zwischen jenem Druck und diesen Wirkungen kann ein irgendwie beschaffenes Verhältniss der Abhängigkeit nicht nachgewiesen werden.

Mit einem Wort: Die sogenannten „Hirndrucksymptome“ haben mit dem sie erzeugenden Druck als solchem, d. h. mit dem Druck als einer rein physikalischen Wirkung nichts zu thun.

B. Verhalten der Arteriencurve.

Das Verhalten der Arteriencurve gleicht dem der allgemeinen Infusionserscheinungen principiell vollkommen insofern, als sich

an ihr das allgemeine Gesetz bestätigt, dass auch sie erst von einer bestimmten Höhe des Infusionsdruckes ab Änderungen erleidet, dass diese Änderungen, sobald sie erst einmal eingetreten sind, durch die geringste Steigerung der Infusion mächtig angeregt werden und endlich, dass sie einmal wachgerufen in charakteristischem Verlauf bis zu dem gewöhnlich nicht ausbleibenden Tode des Thieres ihren pathologischen Charakter beibehält. Letzterer äussert sich in folgendem speciellen Verhalten der Curve (vergl. Curve II):

Nachdem der Infusionsdruck zum Schädel eine gewisse Höhe erreicht hat und bis dahin der Druck in der Carotis sein normales Niveau nicht geändert hat, geht ganz plötzlich (Curve II, 6) der Arteriendruck in die Höhe. Diese Steigerung fällt genau mit dem Beginn der allgemeinen eben geschilderten Infusionsphänomene zusammen und beruht demnach gewiss auf denselben Ursachen wie diese. Die Grösse der Blutdrucksteigerung schwankt in weiten Grenzen (vergl. Curve II, 6; III, 6 und 7; u. s. w.) und geht schnell vorüber. Aber jede neue noch so geringfügige Infusion bringt, wie bereits erwähnt, neue und immer heftigere Drucksteigerungen hervor (vergl. Curve II, 6 und 9; III, 6 und 9). Finden keine neuen Infusionen statt, so geht die Blutdruckcurve in unregelmässige Wellen über, die immer kleiner, unregelmässiger und niedriger werden und schliesslich unter continuirlichem Abfall ganz aufhören (Curve II von 7 ab, dann von 9 ab und IV von 5 ab.) Dabei spielt auch der absolute Werth des Infusionsdruckes keine massgebende Rolle. So kann der Druck in der Arterie noch unverändert bleiben, während die Infusion zum Schädel diesen Druck schon erreicht oder gar übertroffen hat (Curve II. Während in der Carotis 110 *mm* Hg. gemessen wurden, treten die ersten Phänomene erst bei einem Infusionsdruck von 120 *mm* Hg. auf). In anderen Fällen ändert sich der Arteriendruck schon, bevor noch die Infusionsspannung an diese Höhe heranreicht. Und endlich sinkt die einmal gesteigerte Arteriencurve continuirlich auch dann, wenn der diese Steigerung veranlassende Infusionsdruck unverändert der gleiche bleibt (Curve II, IV u. s. w.).

Es ergeben sich hieraus für die Wirkungen der intracraniellen Infusionen auf die Arteriencurve folgende Schlüsse:

Auch zwischen Infusions- und Artoriendruck besteht keine correlative Beziehung. Die Form der Arteriencurve aber entspricht nicht der einfachen Druckcurve, wie sie in den Arterienstämmen durch mechanische Behinderungen im Gebiete ihrer Capillaren erzeugt wird. Jene sind geradlinig und der Grösse der Behinderungen im Capillargebiete einfach proportional.

Mit einem Wort:

Infusionen in den Schädel wirken nicht mechanisch durch Capillarcompression. Sie können desshalb auch nicht die Fähigkeit besitzen, auf mechanischem Wege Gehirnanämien zu erzeugen.

C. Verhalten der Venencurve.

Die Venencurve wird während continuirlicher Infusionen in den Schädel in folgender charakteristischen Weise beeinflusst. Noch bevor die in den Schädel eingepresste Flüssigkeit die ersten Infusionsphänomene anregt und die Arteriencurve aus ihrer physiologischen Ruhe bringt, regt sie schon eine Drucksteigerung in der das Blut aus dem Schädel abführenden Vene an.[1]

Diese Steigerung (vergl. Curve VII) ist im Beginn eine ganz allmälige und bleibt eine solche bis ungefähr zu der Zeit, wo die Infusionsphänomene beginnen und mit ihnen die Arteriencurve sich erhebt. Ohne dass sich in der Continuität der Infusionen zum Schädel irgend etwas zu ändern braucht, geht dann die Venencurve ganz plötzlich steil in die Höhe und sinkt dann, nachdem sie ein gewisses Maximum erreicht hat, continuirlich und bis zum Tode des Versuchsthieres unaufhaltsam wieder ab (Curve VII, 8).

Diese Thatsache des Übertrittes der Infusionsflüssigkeit aus dem Schädel in die Venen des Halses und seine tödtliche Wirkung ist von besonders grosser Wichtigkeit.

---

[1] Vergl. Curve IX. Die Drucksteigerung beginnt fast gleichzeitig mit der Infusion in den Schädel, in Curve X bei 60 *mm* Hg. der Infusionsflüssigkeit.

Sie beweist, dass eine intracranielle Flüssigkeit schon tödtlich wirkt, wenn sie nur den so überaus niedrigen Druck der intracraniellen Venensinus erreicht, **dass es demnach einen höheren Druck, als den von etwa 5—8*mm* Hg. im Schädel überhaupt nicht geben kann.** Nun besitzen die Capillaren stets einen höheren Druck als die Venen, weil der Druck vom Anfang der Aorta nach dem rechten Herzen zu continuirlich sinkt.

Folglich muss die Vorstellung, als könnten im Schädel Spannungen existiren, welche die die Venen an Druck übertreffenden Capillaren comprimiren könnten, d. h. also die alte Vorstellung von der Existenz eines „Hirndruckes“ als einfach physiologisch paradox bezeichnet werden.

Die Wichtigkeit dieser Thatsache machte es nöthig, sie noch durch einen besonderen, ganz unzweideutigen Versuch in directer Weise zu illustriren.

War es richtig, dass die Infusion in den Schädel und die durch sie hervorgerufene Überfluthung der Schädelvenen den Tod herbeiführt, ehe die infundirte Flüssigkeit sich zum Druck der Capillaren erhebt, so müssen zur Zeit der tödtlichen intracraniellen Infusion die Capillaren des Gehirns offen und wegsam bleiben.

Um festzustellen, ob das der Fall ist oder nicht, spritzte ich im Moment des durch Infusion bewirkten Todes und während des höchsten Manometerstandes der Infusionsflüssigkeit, also auch „intracraniellen Druckes“, in die Gehirncapillaren der Versuchsthiere von der Carotis aus Karminleim. Ich konnte auf diese Weise — am gehärteten Gehirn mit Hilfe des Mikroskopes — constatiren, dass derjenige intracranielle Druck der Infusionsflüssigkeit, welcher tödtlich wirkt, die Wegsamkeit der Capillaren nicht im allergeringsten beeinträchtigt.

D. Mechanismus der Infusionen.

Gerade dieses Ergebniss durchleuchtet mit seinem klärenden Licht auch die früheren Resultate. Denn wenn es einen höheren

Druck im Schädel, als den der Venen nicht geben kann, so ist damit noch der besondere Beweis für die Richtigkeit unseres früheren Schlusses, gegeben, dass die verschiedenen Infusions- oder, wie man sie früher genannt hat, „Hirndruckssymptome" vom Infusionsdruck unabhängig und bezüglich dieses Druckes einander vollständig gleichwerthig sein müssen. Und ebenso klar wird es unter diesen Verhältnissen, wie die intracranielle Infusion nie die Gehirncapillaren comprimiren, und demnach auch nie eine mechanische Gehirnanämie erzeugen kann, was uns die Untersuchung der Arteriencurve und der injicirten Capillaren noch besonders gelehrt hat.

Aber wir lernen aus dem Verhalten der Venencurve noch manches Andere. So beispielsweise: welchen Werth es habe, wenn früher behauptet wurde, man könne durch Infusionen in den Schädel in dessen Raum verschiedene Druckhöhen künstlich erzeugen und durch diese verschiedenen Druckhöhen verschiedene „Hirndrucksymptome" (vergl. hierüber meine früheren Arbeiten),[5] wenn man gar behauptet hat, dass mit einer Kraft von 120, ja 800 (!) *mm* Hg. gegen das Gehirn unmittelbar gedrückt werden müsse, wenn man den Carotidenstrom im Schädel gleichsam die Wage halten, das Gehirn vollends blutleer machen und auf diesem Wege durch Gehirnanämie ein Thier tödten wolle.

Und noch Eines zeigt die Venencurve klar und deutlich, die Thatsache, dass der Druck, mit welchem eine Infusionsflüssigkeit in den Schädel gepresst wird, nicht etwa den Druck angibt, welchen die Infusionsflüssigkeit auch im Schädel erreicht, wie früher angenommen worden ist, sondern nur einfach die Kraft kennen lehrt, welche nöthig ist, um der infundirten Flüssigkeit im Schädel den Weg bis zu den Venen zu bahnen und ihr so im Schädel nur eine Spannung zu geben, welche im günstigsten Falle dem niedrigen Druck von 5—8 *mm* Hg. (!) der intracraniellen Venen gleichkommt.

Und endlich klären diese Thatsachen eine noch besonders missdeutete Erscheinung auf, — die, dass man auch bei den kräftigsten Infusionen in den Schädel nach dem Tode des Thieres das Gehirn nie abgeplattet, nie zusammengedrückt findet. Natürlich. Kann es ja doch gar nicht anders sein. Wenn

ein Druck von 5 *mm* im Schädel schon tödtlich wirkt, so wird heute wohl Niemand mehr in jener so merkwürdig verkannten Erscheinung den Beweis von der „Incompressibilität“ des Gehirngewebes erblicken, sondern die einfache Folge dessen, dass Infusionen in den lebenden Schädel niemals Druckhöhen in dessen Höhle erreichen können, welche auch nur die geringsten comprimirenden Wirkungen auf die immerhin mechanischen Widerstand leistende Materie der lebenden Gehirnsubstanz auszuüben im Stande wären.

3. Erklärung der Infusionswirkungen.

Nachdem wir die Endeffecte der intracraniellen Infusionen und den Weg, den dieselben nehmen, also deren Mechanismus kennen gelernt haben, bleibt uns jetzt nur noch übrig, zwischen jenen Endeffecten und diesem Mechanismus das innere Band wissenschaftlich herzustellen. Dieses Ziel zu erreichen, erschien es mir vor Allem nöthig, festzustellen, welcher Zusammenhang bestehe zwischen dem Eintritt der Infusionsflüssigkeit in die Venen des Schädels und der Erregung des Gehirnes zu den bekannten Phänomenen.

Es war von vornherein klar, dass eine Flüssigkeit, die in die Venen des Schädels eintritt und dabei das Gehirn erregt, die Venen verlassen und mit den nervösen Elementen des Gehirnes in nähere Berührung kommen müsse.

A. Entstehung des Gehirnödems.

Die Art, wie das geschieht, näher kennen zu lernen, benutzte ich zu den Infusionen mit löslichem Berlinerblau — deren Wirkungslosigkeit auf das Gehirn vorher erprobt war — versetzte Kochsalzlösungen. Den Weg der Infusionsflüssigkeit zu den Gewebselementen musste die gefärbte Flüssigkeit direct zeichnen.

Es fand sich, dass sowohl in den Fällen, in welchen die Infusionen tödtlich gewirkt hatten, als in denjenigen, in welchen die Thiere eine mehr oder minder vollständige Reihe von Phänomenen dargeboten hatten, das Gehirn von der gefärbten Infusionsflüssigkeit in grösserer und geringerer Ausdehnung durchtränkt war.

Die genauere Untersuchung der Infusionsflecke ergab, dass der Farbstoff unter der Pia, in den sogenannten „subarachnoidealen“ Räumen sass und eine besondere Neigung zeigte, sich an der Basis und um das verlängerte Mark herum zu sammeln.

Erwägen wir nun, dass die Infusionsflüssigkeit, wie uns die Venencurve lehrt, gleich nach dem Eintritt in den Schädel in die Venen gelangt, erwägen wir ferner, dass, wie uns die Untersuchung der Infusionsflecke zeigt, der Infusionsstoff sich später in den subarachnoidealen Räumen findet; — so ist der Weg leicht verständlich, welchen die in den Schädel eingepresste Flüssigkeit daselbst zurücklegt.

Wissen wir doch, dass Venen einen gesteigerten Zufluss nur so lange gut vertragen, so lange sie denselben in ihren gedehnten Wandungen zu beherbergen im Stande sind, dass dagegen, sobald jener Zufluss grösser wird, als dieser Dehnbarkeit entspricht, Serum aus den kleinsten Venen aus- und in die Lymphgefässe eintritt, und endlich, dass, falls auch der gesteigerte Lymphstrom nicht genügt, der Venenüberfluthung die Wage zu halten, das transsudirte Serum die Lymphwege durchbricht, zwischen die Elemente der Gewebe eindringt und so Ödem hervorbringt.

Bei dem bekannten Verlauf der blut- und saftführenden Gefässe des Gehirnes in der Pia ist es nun leicht verständlich, wie jedes Ödem des Gehirnes die subarachnoidealen Räume füllen muss.

Und so kommen wir zu dem Schluss, dass die Infusionsflüssigkeiten im Schädel, indem sie daselbst in die subarachnoidealen Räume treten, Gehirnödem erzeugen, und dass sie das schon dann thun, wenn sie innerhalb des Schädels nur eine dem niedrigen Venendruck entsprechende oder doch nur um ein Geringes übertreffende Spannung erreichen.

Da nun andere Veränderungen, als die eben beschriebenen Ödeme an den Gehirnen selbst, welche infundirt worden sind, nicht gefunden werden — denn die durch die Überfluthung der Venen naturgemäss entstehende Stauung in den entsprechenden Capillargebieten ist entsprechend dem Gehirnödem nur eine

partielle, keine allgemeine — und da alle sogenannten „Hirndrucksymptome“, bis auf den plötzlichen Tod, der die Folge der Functionsunterbrechung auch anderer wichtiger Organe (siehe den folgenden Abschnitt) sein kann, lediglich Äusserungen gestörter Hirnfunction sind; so geht aus alledem klar hervor, dass die früher als „Hirndrucksymptome“ gedeuteten Phänomene unter Anderem auch durch Gehirnödem veranlasst werden können. Und diese Thatsache beweist von Neuem, wie jene Symptome gar nichts Anderes sein können, als Reizungs- oder auch Lähmungsphänomene des Gehirnes. Wo Gehirnödem sie veranlasst, werden sie durch den Contact des Nervengewebes mit der pathologischen Ödemflüssigkeit wachgerufen, in anderen Fällen thun, wie wir nunmehr wissen, beliebige andere Alterationen desselben Gewebes das Gleiche.

Dieses Resultat aber klärt die früher von uns festgestellte Thatsache vollkommen auf, dass die Reizungsphänomene bei Infusionen in den Schädel so leicht variiren, und vor Allem, dass sie einander vollkommen äquivalent sind. Hängt es ja doch offenbar bei diesen Infusionen ganz vom Zufall ab, welche von den im verlängerten Mark enthaltenen Centren und in welcher Gruppirung dieselben von der Infusionsflüssigkeit gerade getroffen und dann erregt oder gar gelähmt werden, — oder mit anderen Worten: welche Symptome und in welcher Gruppirung sie hervorgerufen werden.

B. Beziehung des Schädels zum Herzen.

Doch gibt es noch ein zweites Organ, welches durch den Eintritt von Flüssigkeit in den Schädelraum direct und schwer leidet, und dieses Organ ist merkwürdigerweise das Herz.

Um die fundamentale Thatsache des so überaus leichten Übertrittes von Flüssigkeit aus dem Schädelraum in die Venen auch ohne feinere Messapparate grob demonstrabel zu machen, habe ich an Stelle der Flüssigkeiten, die, mit dem Blut sich mischend, in demselben leicht verschwinden, ein Medium zu den Infusionen in den Schädel benutzt, dessen Eintritt in die Venen und dessen Schicksale im Venenblut ohne alle Schwierigkeit mit den Augen verfolgt werden kann. Solche Eigenschaften besitzt die atmosphärische Luft.

Tritt Luft in die Venen ein, so schimmert dieselbe in Gestalt von Blasen und Bläschen durch die dünne und durchsichtige Wand derselben hindurch. Und öffnet man derartige Venen, so tritt schaumiges Blut aus ihnen heraus, dessen Luftgehalt ganz ohne Weiteres von selbst in die Augen fällt. Um Luft in den Schädelraum zu pressen, habe ich an meiner früher geschilderten Methode nichts geändert, als dass ich das zur Aufnahme der Infusionsflüssigkeit bestimmte Reservoir (*Rv*) leer liess oder einfach so umwendete, dass die in die Flüssigkeit tauchende Cantüle mit der Luftpumpe, die über der Flüssigkeit endigende Röhre mit dem Schädel in Verbindung trat. Nun konnte, sobald die Luftpumpe in Action trat, nichts Anderes, als Luft in den Schädel gelangen.

Die Wirkung war eine ausserordentlich eclatante.

Das Manometer verhielt sich im Beginn der intracraniellen Luftinfusion wie bei der Infusion von Flüssigkeiten in den Schädel. Es ging zuerst allmälig, dann aber nach einiger Zeit ganz plötzlich und mit jäher Gewalt in die Höhe, während das Thier unter heftigen Krämpfen und schweren Respirationsstörungen schnell dem Tode erlag. Bei der Infusion von Luft in den Schädel bleibt das Manometer auf dem Gipfel seiner Erhebung stehen und verändert diese seine Stellung nicht, während es bei Flüssigkeitsinfusionen in den Schädel, wie wir gesehen haben, von seinem Maximum wieder allmälig absinkt. (Vergl. die Luftcurven IX und X mit den Flüssigkeitscurven VII und VIII.)

Die Lösung für dieses Verhalten bringt der Augenschein. Mit dem Moment der jähen Drucksteigerung in der Vene des Halses sieht man schön und klar Luftblasen in derselben perlen. Dieser Eintritt von Luft in die Venen vom Schädel aus ist es also, der das Manometer so schroff in die Höhe treibt und es auf dieser Höhe festbannt.

Interessant ist das Ergebniss der Section. Die Halsvenen sind insgesammt mit Luft gefüllt und haben dieselbe bis zur oberen Hohlvene, ja bis in die Kammer des rechten Herzens geleitet. Das rechte Herz ist durch diese Luft wie eine Trommel aufgebläht. Die Spannung der in ihm enthaltenen Luft hat einerseits den Abfluss des Blutes aus der unteren Hohlvene in die

rechte Vorkammer verhindert und anderseits ausgereicht, in diese und von ihr in das ganze System der Cava inferior — in entgegengesetzter Richtung des Blutstromes — Luft zu treiben. Daraus erklärt sich der weitere Befund einer mächtigen venösen Stauung in allen Organen des Unterleibes und eines reichen Luftgehaltes in ihren Venen. Die Leber zeigt sich in Folge dieser luftembolischen Stauung am auffallendsten verändert. Sie ist mächtig angeschwollen, dunkel verfärbt und ergiesst auf Druck aus ihren Schnittflächen eine reiche Menge dunkeln, schaumigen, luftreichen Blutes, genau so, wie eine ödematöse Lunge, der sie täuschend ähnlich wird. Aber auch in den anderen Unterleibsorganen, den Nieren, dem Darm u. s. w. kann man die venöse Stauung leicht constatiren und den Eintritt der Luftbläschen in die feinsten Capillaren verfolgen.

Kommt es unter dem Druck der embolisirten Luft zu einer Zerreissung von Venen, so tritt diese Luft in den subperitonealen Raum ein, bläht ihn auf und erzeugt eine Emphysematose des Peritoneums, wie sie ähnlich unter anderen Verhältnissen wohl nie gesehen wird.

Der Abschluss des venösen Blutes vom rechten Herzen macht den weiteren Befund an der Leiche erklärlich, den des Blutmangels im System der Pulmonalarterie und in Folge davon des arteriellen Systems überhaupt.

Die Lunge ist vollkommen blass und blutleer, das linke Herz bis auf den letzten Blutstropfen geleert und alle von der Aorta versorgten Organe vollkommen arteriell anämisch.

Diese Anämie trifft natürlich auch das Gehirn. Und so ist es klar, dass bei diesen Versuchen der Luftembolie des rechten Herzens die Krämpfe, die Respirationsstörungen u. s. w., kurz die auch hier auftretenden „Hirndrucksymptome“, ein neues und bezeichnendes Merkmal ihres Wesens, durch die plötzliche Unterbrechung der Blutzufuhr zum Gehirn entstehen.[1]

Was uns an dieser Stelle an vorstehenden Versuchen am meisten interessirt, das ist indess nicht der Nachweis der bereits hinreichend klar erwiesenen Natur der sogenannten „Hirndruck-

[1] Daher sehen wir im Momente der Entstehung der mächtigen Gehirnreizung einen plötzlichen Abfall in der Blutdruckcurve. — Curve V bei 4.

symptome“ als einfacher Reizungs- und Lähmungserscheinungen des Gehirnes, sondern der Beweis, dass zwischen Schädel und Herz eine überaus freie Communication besteht, dass diese Communication jedem intracraniellen Medium den Eintritt in das rechte Herz und von dort aus in das Gebiet der Pulmonalarterie, durch deren Capillaren in das System der Aorta und durch Rückstauung sogar in das der unteren Hohlvene gestattet, sobald intracraniell Druckkräfte wirken, welche die so geringe Spannung der intracraniellen Venen auch nur um ein Minimum übertreffen.

Ob die am Thier nachgewiesene fast offene Verbindung zwischen der Schädelhöhle und dem rechten Herzen auch im lebenden Menschen existirt und bei ihm in retrograden Embolisirungen des Herzens vom Schädel aus zum Ausdruck kommt, darüber können zur Zeit, wo dies Bestehen jener Verbindung eben erst erwiesen worden ist, selbstverständlich Erfahrungen noch nicht vorliegen. Dass solche Embolisirungen aber möglich sind, das anzunehmen gestattet mir eine höchst interessante Wahrnehmung des Herrn Hofrathes Prof. Dr. Ed. v. Hofmann in Wien, der sie mir persönlich mitzutheilen die Güte hatte. Man findet bei menschlichen Leichen, besonders solchen, die einige Zeit im Wasser gelegen haben, zuweilen im rechten Herzen Gehirnsubstanz. Herr Hofrath Hofmann spricht mit Recht die Ansicht aus, dass bei der Leiche der Druck der sich im Schädel entwickelnden Fäulnissgase die Kraft sei, welche das zerfallende Gehirn aus dem Schädel in das Herz treibt.

Diese Beobachtung lehrt jedenfalls soviel, dass die von mir durch den Versuch am Thier nachgewiesene Möglichkeit einer Embolisirung des Herzens vom Schädel aus auch für den Menschen nicht ausgeschlossen ist. Und damit ist der alten Lehre vom „Hirndruck“ noch aus ganz besonderen Gründen jeder Boden entzogen.

V. Die Regulirung der Cerebrospinalflüssigkeit unter normalen und die Ansammlungen derselben unter pathologischen Verhältnissen.

Die erwiesene fast freie Communication zwischen Schädelraum und intracraniellen Venen hat nicht nur eine Wichtig-

keit für die Pathologie, sie hat auch ihre physiologische Bedeutung.

Wir werden dieselbe leicht finden, wenn wir uns dreier Dinge erinnern: 1. der Spannung, welche der Liquor unter normalen Verhältnissen besitzt, 2. der Kräfte, welche die Bildung desselben beherrschen und 3. der Spannungsänderungen, welche der Liquor bei intracraniellen Raumbeschränkungen erleidet.

Die normale Spannung des Liquor fand ich nach meiner Methode[5] dem Druck der Capillaren des Gehirnes gleich, also von geringem positiven Werth und ungefähr 5—8 *mm* Hg. entsprechend.

Eine Steigerung der Liquorbildung konnten wir unter dem Einfluss eines erschwerten Abflusses des venösen Blutes zum rechten Herzen, also bei Stauungen des Blutes in den Venen des Schädels, somit unter der Wirkung eines erhöhten Druckes in den Gehirncapillaren feststellen.

Bei intracranieller Raumbeschränkung endlich nimmt, wie sich mit Sicherheit hat nachweisen lassen, die physiologische Spannung des Liquor nicht zu. Wir haben früher hieraus geschlossen, dass dem durch intracranielle Herde verdrängten Liquor jederzeit Abflusswege zu Gebote stehen, vermöge welcher er unter solchen Verhältnissen den Schädelraum mit Leichtigkeit verlässt und dadurch jeder Spannungszunahme entgeht.

Der von Key und Retzius, Schwalbe und Luschka nachgewiesene Zusammenhang der subarachnoidealen Räume mit den Nervenscheiden, den Lymph- und Blutgefässen des Halses hat uns damals die Wege vermuthen lassen,[5] auf welchen der aus den subarachnoidealen Räumen verdrängte Liquor so leicht zum Schädel hinaustritt.

Die zuletzt besprochenen Versuche und der durch sie nachgewiesene Zusammenhang des Schädelraumes mit den Venen verdrängt aus der ganzen Reihe unserer Schlussfolgerungen auch die letzte „Vermuthung“ und setzt an ihre Stelle eine ganz bestimmte und erwiesene Thatsache.

Die Cerebrospinalflüssigkeit tritt, wie wir nunmehr wissen, bei jedem, auch dem geringsten Überdruck aus den subarachnoidealen Räumen in das System der Venen über. Und diese Thatsache schliesst

unsere Ergebnisse über das Wesen des Liquor zu einem Kreise ab, in welchem auch die Erklärung der Natur seiner physiologischen Regulationen Raum findet.

Danach ist über das Wesen des Liquor und seine Regulirung Folgendes zu erklären:

Der Liquor ist ein Transsudat aus dem Blut der Gehirncapillaren und hat als solcher einen etwa seiner Quelle entsprechenden geringen positiven Druck von 5—8 *mm* Hg. Indem der Liquor unter dem Einflusse des in den Gehirncapillaren herrschenden Druckes transsudirt, gelangt er in die perivasculären Räume und füllt sie sämmtlich aus.

Jede Neubildung von Liquor führt zu einem entsprechenden Abflusse in die intracraniellen Venen und von hier aus nach dem rechten Herzen. Die Differenzen, welche zwischen dem in den Gehirncapillaren und dem in den intracraniellen Venen herrschenden Druck physiologisch bestehen, gehören zu den treibenden und regulirenden Kräften, welche den Strom des Liquor von den Capillaren nach den Venen hin beständig unterhalten.

Jede Störung der normalen Schwankungen dieser Differenzen muss auch die normale Strömung des Liquor schädigen.

Soweit bis heute bekannt ist, kann eine solche Störung nur von der venösen Seite her erfolgen, wenn sich der Druck in den Venen pathologisch erhebt und so derjenigen der Quelle des Liquor nähert. Der natürliche Abfall desselben — wie wir eben gesehen haben, eine der wichtigsten Kräfte, welche seine Strömung unterhalten — wird dadurch geringer. Und eine Stauung des Liquor ist nun unvermeidlich.

Alles, was den Abfluss des venösen Blutes aus der oberen Hohlvene zum rechten Herzen stört oder auch nur erschwert, muss also gleichzeitig der normalen Strömung des Liquor entgegenwirken und seine Regulirung stören.

Wie eine solche Stauung des Liquor und Störung seines normalen Abflusses auf das Gehirn einwirkt, ist schwer zu sagen.

Indem beides aber identisch ist mit Stauung und erschwertem Abfluss auch des Blutes aus den arteriellen Capillaren in die Venen, somit mit vermindertem Zufluss von arteriellem Blut in die Capillargebiete der Gehirnsubstanz zusammenfällt; — so muss jede Stauung des Liquor, wenn dieselbe

nicht schnell vorübergeht, wie beispielsweise schon bei jeder Exspiration, noch mehr beim Husten, sondern längere Zeit dauert, immer einhergehen mit den Erscheinungen einer unzureichenden Ernährung des Gehirnes, also gleichfalls mit den bekannten, hier so oft aufgezählten Phänomenen der Reizung und der Lähmung des Gehirngewebes: Nystagmus, Krämpfen u. s. w.

Ich kann diesen Abschnitt nicht verlassen, ohne die Ausblicke wenigstens kurz zu berühren, welche uns die eben erörterten Verhältnisse der Liquorbildung in die Pathologie überhaupt gewähren. Und da wollen wir uns zunächst dessen erinnern, dass es zwei Factoren sind, von welchen die jeweilige Menge des Liquor in der Schädelhöhle abhängt: 1. die Grösse der perivasculären Räume im Schädel und 2. der Druck im System der Venen.

Erwägen wir nun, dass die grössten Ansammlungen von Liquor, welche unter pathologischen Verhältnissen vorkommen, diejenigen des chronischen Hydrocephalus sind, so bleibt uns zur Erklärung desselben nur eine doppelte Annahme möglich, die Annahme einer primären Kreislaufsstörung im Venensystem des Kopfes oder die Annahme einer primären Existenz abnorm grosser perivasculärer Räume im hydrocephalischen Schädel.

Bei dem Mangel jeglicher Kreislaufstörungen beim Hydrocephalus sind wir zu dem Schluss genöthigt, dass beim Hydrocephalus chronicus sich abnorm grosse Mengen von Liquor im Schädel ansammeln, weil dieser Schädel schon in seiner Anlage abnorm grosse Höhlen besitzt.

Es ist umso nothwendiger, sich diese Verhältnisse klar zu machen, weil bis heute die Ansicht noch vielfach verbreitet ist, als ob die pathologischen Dimensionen des hydrocephalischen Schädels die Folgen der expansiven Wirkung abnormer Liquoransammlungen wären. Der Irrthum dieser Auffassung könnte umso verhängnissvoller werden, als man auf demselben — wie es auch bereits geschehen ist — die Idee aufbauen könnte, den Hydrocephalus — ähnlich, wie man es mit dem „Hirndruck“ überhaupt gemacht hat — durch Entleerung des Liquor zu heilen.

Indem der Liquor nichts weiter ist, als ein passives Füllsel der gerade in der Schädelhöhle vorhandenen Räume, so ist auch seine massenhafte Ansammlung im hydrocephalischen Schädel eher ein von der Natur selbst geschaffenes Heilmittel, als eine Krankheit. Wer also dieses Heilmittel zerstört, der wirkt der heilenden Tendenz der Natur gerade entgegen. Und desshalb bleibt die Punction des hydrocephalischen Schädels, ebenso wie diejenige des durch „Hirndruck" „gespannten" vollkommen unphysiologisch und irrationell. Sie hat auch bisher keinen Erfolg zu verzeichnen und wird ihn auch in Zukunft nicht haben.

Schluss.

VI. Principien der Behandlung der sogenannten „Hirndrucksymptome".

Wenn es nun mit absoluter Sicherheit feststeht, dass ebensowenig, als der Liquor cerebrospinalis auch keine andere Flüssigkeit im Schädel eine abnorme, dem Capillardruck gleiche Spannung erreichen kann; — wenn hieraus ferner die Unmöglichkeit der Existenz einer Gehirnanämie einleuchtet, die durch jene fälschlich supponirten Spannungen mechanisch entstehen sollten; — wenn die als „Hirndrucksymptome" gedeuteten Phänomene einfache Folgen der Gehirnreizung und Gehirnlähmung sind; — wenn mit einem Worte die alte Lehre vom „Hirndruck" in allen ihren Voraussetzungen, Folgerungen und Schlüssen falsch ist: so müssen sich selbstverständlich auch die Principien ändern, welche die Therapie bisher befolgt hat, um gegen jene Phänomene auf Grund der herrschenden Lehre rationell und wirksam entgegenzutreten.

Bisher hat man, um den vermeintlichen „Hirndruck" zu beseitigen und das Gehirn von demselben zu entlasten, den Schädel — trepanirt.

Jetzt, wo wir wissen, dass es eine erhöhte intracranielle Spannung nicht gibt, wird man gegen die vermeintlichen „Hirndrucksymptome" mit anderen Waffen zu Felde ziehen müssen. Welcher Art diese Waffen sind, das werden wir leicht finden, wenn wir alles das an Stelle der alten Hirndrucklehre setzen, was unsere Untersuchung eben Neues ergeben hat.

Da müssen wir uns denn vor Allem vergegenwärtigen, dass das, was die alte Lehre vom „Hirndruck" enthält, zwei vollständig verschiedenartige und desshalb ganz von einander zu trennende pathologische Zustände des Gehirnes umfasst, und zwar:

1. Die Wirkung intracranieller, den Schädelraum partiell beschränkenden Herde und

2. die Wirkung pathologischer, den Raum zwischen Schädel und Gehirn total ausfüllender Flüssigkeiten.

1. Von den ersteren steht es nunmehr fest, dass sie die Gehirnsubstanz thatsächlich comprimiren. Und man kann, wie ich[5] das experimentell nachgewiesen habe, bezüglich der Wirkungen dieser Compression drei Grade unterscheiden:

Der erste Grad umfasst diejenigen Compressionen oder Volumsverminderungen des gedrückten Gehirnes, welche die Gehirnsubstanz vollkommen gut und ohne jede Functionsstörung verträgt.

Als dritten Grad habe ich denjenigen bezeichnet, bei welchem der Druck schon als Trauma wirkt und das gedrückte Gewebe zertrümmert.

Das, was an Druck zwischen diesen beiden Graden liegt, gehört zum zweiten Comprossionsgrad, wegen einer Reihe höchst charakteristischer Functionsstörungen, die er hervorbringt, dem pathologisch wichtigsten unter allen.

Wirkt dieser zweite Compressionsgrad auf die motorische Sphäre (Stirnlappen) ein, so bringt er contralaterale Anfälle von klonischen Zuckungen, den von mir sogenannten „Hemiclonus", dann spastische Erscheinungen und endlich Hemiplegien und in der Sphäre des Auges (unteres Scheitelläppchen) Störungen der motorischen Innervationen und der Ernährung des Augapfels,[1] aber nie eine Stauungspapille hervor. Es ist eine hervorragende Eigenthümlichkeit aller Wirkungen der Compressionen vom zweiten Grade, dass sie mit Aufhebung des

---

[1] Die zuerst von mir (Pathologie der Hirncompression, diese Sitzungsberichte, 1885, Bd. 88, S. 337) nachgewiesenen motorischen Eigenschaften der Sehsphäre sind in neuerer Zeit in Munk's Laboratorium, wie es scheint ohne Kenntniss meiner Arbeit, bestätigt worden. (Sitzgsb. d. Akad. d. W. zu Berlin, 16. Jänner 1890.)

Druckes, wie ich gezeigt habe, wieder verschwinden. Und diese Thatsache weist der Therapie den einzig rationellen Weg und lehrt die natürlichen Mittel kennen, die durch Compression des Gehirnes erzeugten unilateralen Krämpfe und Spasmen, sowie die Compressionshemiplegien zu beseitigen. Dieser Weg ist die operative Entfernung des drückenden Herdes.

Mit welchem Erfolge derselbe auf Grund meiner Untersuchung von namhaften Chirurgen betreten worden ist, das lehren die Arbeiten Gussenbauer's[8] und Albert's,[9] das lehren auch die Erfolge solcher Chirurgen, die ihr Verdienst in dieser Frage in ungebührlicher Weise dadurch haben erhöhen zu können geglaubt, dass sie die Arbeiten verschwiegen, denen sie ihre Anregung auf diesem Gebiete verdankten, oder gar die Quelle verunglimpften, die sie nährte.

2. Bezüglich der Wirkungen anormaler Flüssigkeiten, die sich im Schädelraum ergiessen, haben vorstehende Untersuchungen ergeben, dass sie nicht, wie die alte Lehre behauptet, die intracranielle Spannung erhöhen, sondern vielmehr, dass sie, wo sie nicht, wie im Hydrocephalus, geradezu ex vacao sich bilden, entweder durch Stauung im System der oberen Hohlvene entstehen (Stauungsliquor), oder die intracraniellen Venen activ überfluthen (entzündliche Exsudate [?]) und in beiden Fällen jedenfalls die Tendenz zeigen, zu Ödem des Gehirnes zu führen.

Daraus ergibt sich, dass die zur Beseitigung der Wirkung solcher Ergüsse von der alten Lehre eingesetzte Methode der „Entspannung“ des Schädelinhaltes durch Trepanation ein irrationelles und einer jeden wissenschaftlichen Grundlage entbehrendes Verfahren ist.

Venöse Hyperämien, Stauungs- und Überfluthungsödeme lassen sich nur durch Entspannung der Venen selbst, nicht aber durch Entleerung der Ödemflüssigkeiten beseitigen. Denn so lange der abnorme Druck oder die Überfluthung in den Venen besteht, so lange hört die Quelle des Ödem nicht auf zu fliessen. Und daraus ergibt sich mit Nothwendigkeit, dass gegen pathologische Ergüsse in den Schädel und deren Folgen nicht der schwere Eingriff der Trepa-

nation, sondern die indifferente Venaesection einzig und allein am Platz ist.

Oder mit anderen Worten:

Meine Compressionsphänomene: Hemiclonus, Hemispasmus, Hemiplegie, Paraplegie, trophische und motorische Störungen am Auge müssen durch operative Entfernung der sie veranlassenden Gehirntumoren beseitigt werden.

Meine Reizungs- und Lähmungsphänomene des Gehirnes (Nystagmus, Erbrechen, Störungen der Herzthätigkeit und der Respiration, Krämpfe, Coma) dagegen erfordern im Princip den Aderlass.

Inhalt.

Literatur.

1. v. Bergmann: Deutsche Chirurgie. Herausgegeben von Billroth und Lücke. Lfrg. 30, Stuttgart 1890.

Derselbe: Arch. f. klin. Chir. Berlin 1885, XXXII, S. 705.

2. Pagenstecher: Experimente und Studien über Hirndruck. Heidelberg 1871.

3. Leyden: Virchow's Arch. XXXVII.

4. Naunyn: Arch. f. exp. Pathol. u. f. Pharmak. Bd. XIV, 1881, S. 13.

5. Adamkiewicz: Archives de Neurologie. Paris 1882, Nr. 12.

6. Derselbe: Die Lehre vom Hirndruck und die Pathologie der Hirncompression. Diese Sitzungsber., Bd. 88, 1883.

Derselbe: Wiener Klinik. 1884, Heft 8 u. 9.

Derselbe: Encyclopädie der gesammten Heilkunde. II. Aufl., Artikel Gehirndruck.

Derselbe: Über Gehirn- und Rückenmarkscompression beim Menschen. Wiener med. Wochenschr. Nr. 41, 42, 43, 1888.

Derselbe: Pachymeningitis hypertrophica und der chronische Infarct des Rückenmarkes. Wien 1890, Hölder.

Derselbe: Klinische Zeit- und Streitfragen. Bd, 4, Heft 6, Wien 1890.

7. Koch und Filehne: Arch. f. kl. Chir. 1874, Bd. 17, S. 190.

8. Gussenbauer: Prager med. Wochenschr. 1885, Nr. 1 und 1886, Nr. 35.

9. Albert: Die Lehre vom Hirndruck. Eine kritische Studie. Klinische Zeit- und Streitfragen. III. Bd., 3. Heft, Wien 1889.

Ein ausführlicheres Literaturverzeichniss über den Hirndruck findet sich in meinen oben citirten Abhandlungen.

Erklärung der Tafeln.

Die Fig. 2 bis inclusive 12 stellen die Originalcurven in (auf photographischem Wege) verkleinerten Dimensionen, und zwar im Verhältniss von 3 : 1 dar.

Die starken und geraden Linien in denselben bezeichnen den graphisch registrirten Druck der in den Schädel der Versuchsthiere mittelst Luftpumpe gepressten Flüssigkeit ausserhalb des Schädels.

Die feinen Linien sind die vom Blutdruck selbst gezeichneten Curven. Von diesen stellen die Fig. 2 bis inclusive 6 und Fig. 11 arterielle, die Fig. 7 bis inclusive 10 venöse Curven dar.

Die über den Linien befindlichen Zahlen geben den Druck an, die unter denselben die zu einander gehörigen Abschnitte des Infusions- einerseits und des Blutdruckes anderseits.

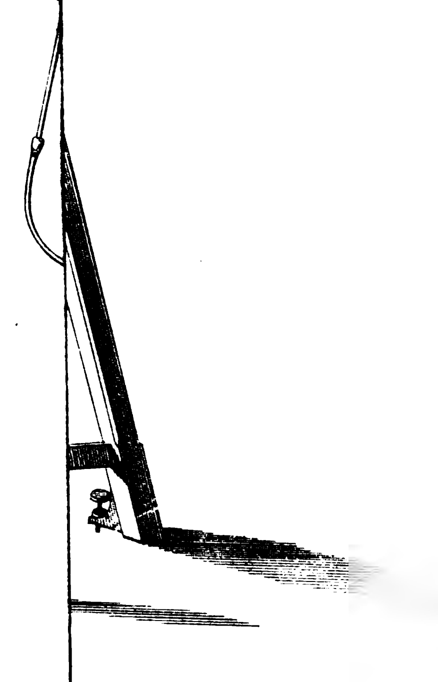
Arterien- und Infusionsdruck sind in Millimeter Quecksilber, der Venendruck in Millimeter einer concentrirten Sodalösung ausgedrückt.

Fig. 1. Mein Infusions- und Registrirapparat nach der Natur gezeichnet. Nähere Beschreibung im Text, S. 462.

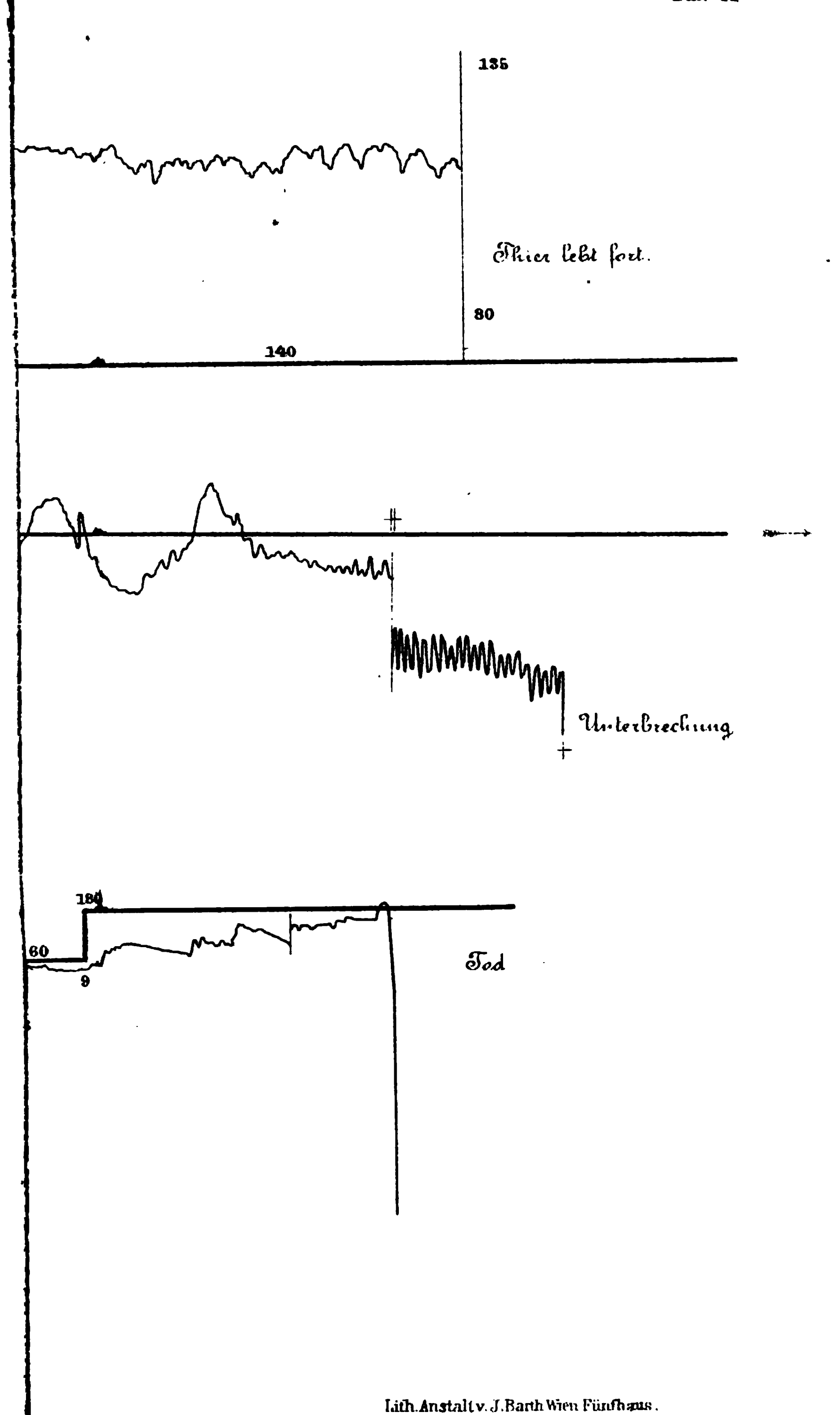
„ 2. Allmälige Steigerung des Infusionsdruckes. Laue NaCl-Lösung (0·6%). Erst bei 120 die (6) ersten Erscheinungen von Gehirnreizung. Bei 140 sehr heftige Reizerscheinungen. Mit Unterbrechung der Flüssigkeitszufuhr kehrt trotz unveränderten Druckes im Schädel allmälig normales Verhalten (Carotis 90) wieder. Eine leichte Steigerung im Schädel von nur 5 *mm* (bei 9) genügt nun, wo das Gehirn sich bereits im Reizungszustand befindet, um neue, sehr heftige Erscheinungen hervorzurufen. Doch tritt der Tod trotz 140 zum Schädel nicht ein, nachdem die Flüssigkeitszufuhr noch rechtzeitig unterbrochen worden ist.

„ 3. Sprungweise Steigerung des Infusionsdruckes bis 180. (0·6% NaCl) Infusionsflüssigkeit mit Berlinerblau gefärbt. Bei 100—120 beginnende Symptome. Zuerst leichter Nystagmus. Bei 8 Gerinnung. Unterbrechung von 15 Minuten. Nach derselben Carotis 80. Schädel 120. Steigerung des Infusionsdruckes um 20 *mm* Hg. heftige Erscheinungen, dann Abnahme derselben trotz weiterer Infusionen. Tod. Gehirn, besonders Kleinhirn, verlängertes Mark und die Seitenventrikel, zumal an der Oberfläche blau gefärbt. Blutgefässe des Gehirnes schön gefüllt; nicht comprimirt.

„ 4. Allmälige Steigerung des Infusionsdruckes. Atmosphärische Luft. Ohne Symptome bis zum Moment der Luft-



Lith Anstalt v J.Barth

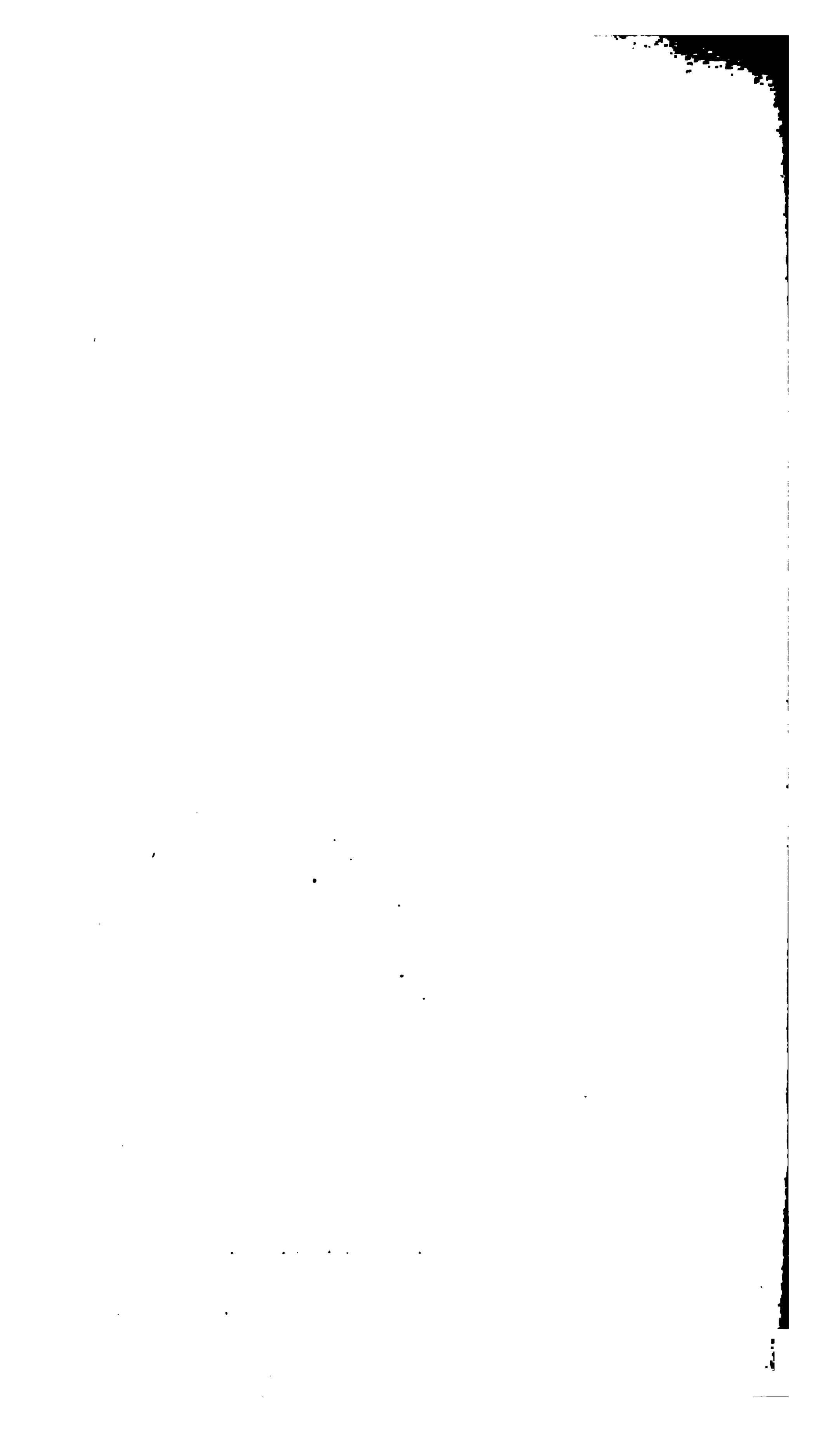


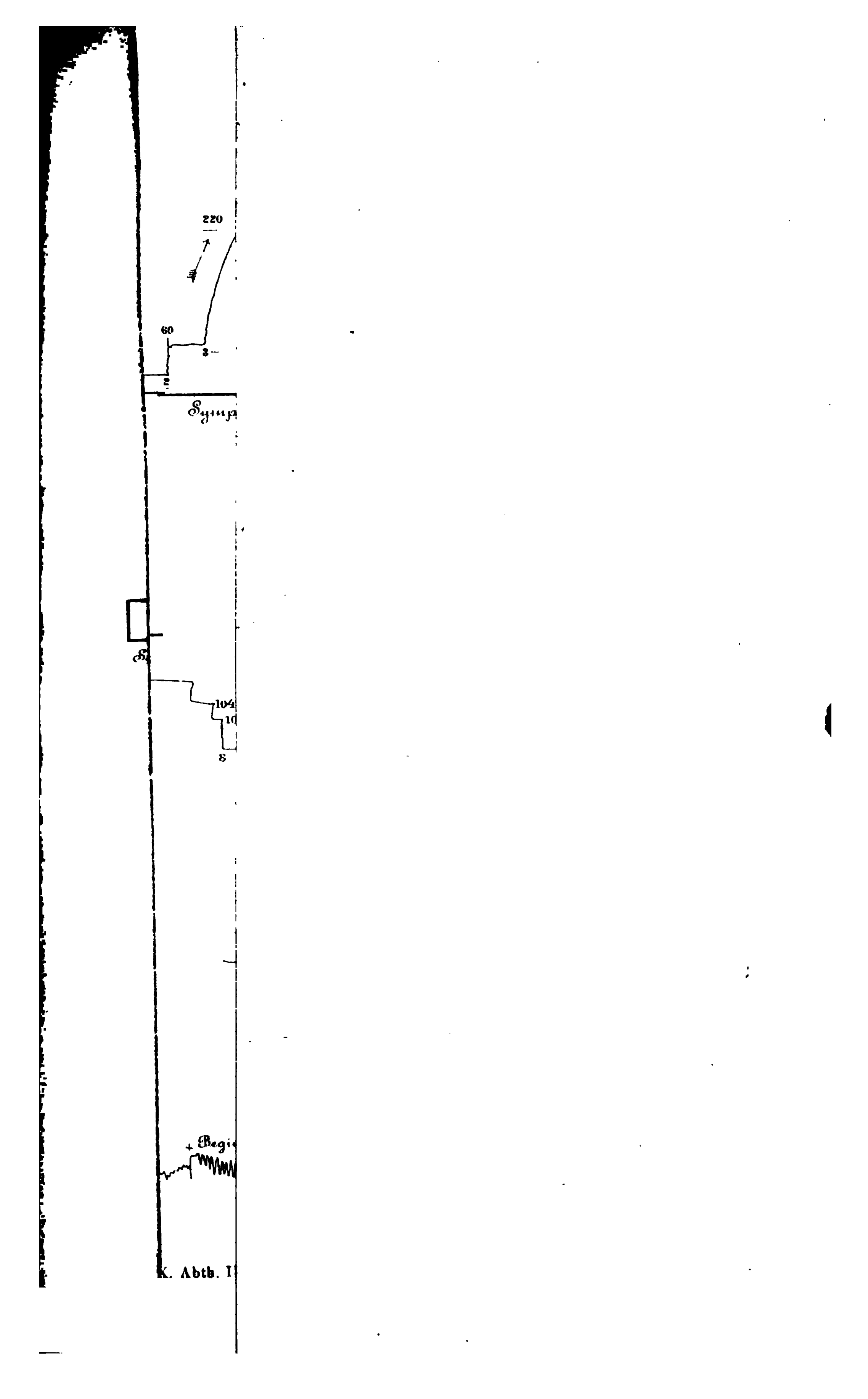
Lith. Anstalt v. J. Barth Wien Fünfhaus.

Tod.

Tod

Lith Anstalt v. J. Barth Wien Fünfhaus.





embolie. Das während eines Infusionsdruckes von 90 von der Carotis aus injicirte Gehirn zeigt vollständigst injicirte Arterien. In der Jugul. ext. Luft, die Carotis vollständig anämisch. Linkes Herz und Lunge blutleer, rechtes Herz und Leber venös und lufthaltig.

Fig. 5. Sprungweise Steigerung des Infusionsdruckes. Atmosphärische Luft. In der Jugularis ext. Luft. Die Carotis vollständig blutleer. Bei 80 *mm* Infusionsdruck plötzlicher Abfall des arteriscben Blutdruckes durch Luftembolie des rechten Herzens und Unterbrechung der Blutzufuhr zum linken Herzen. Das Gehirn, bei Infusionsdruck von 80 injicirt, zeigt vollständigst offene Arterien. Alle Arterien des Körpers (besonders Lunge und linkes Herz) blutleer, alle Venen hyperämisch und lufthaltig.

„ 6. Plötzliche Drucksteigerung zum Schädel durch Luft. Bei 100 *mm* Hg. Eintritt der Symptome und Tod. Luftembolie.

„ 7. Verhalten des Druckes in der Vena jugularis ext. während Infusion zum Schädel (NaCl). Der Venendruck steigt bis zum Beginn der Gehirnreizung und sinkt von hier ab, trotz Steigerung des Druckes zum Schädel, beständig bis zu und nach dem Tode.

„ 8. Verhalten des Druckes in der Vena jugul. ext. während allmäliger Steigerung des Druckes zum Schädel mit Hilfe von lauer NaCl-Lösung. Die ersten Phänomene (beschleunigte Respiration) treten bei 6 auf.

„ 9 und 10. Luftinfusion in den Schädel. Verhalten des Druckes in der Vena jugul. externa.

„ 11. Carotiscurve während der Infusion einer ammoniakalischen NaCl-Lösung durch die zweite Carotis ins Gehirn. *a* Anfang, *b* und *c* Fortsetzungen, *d* Ende derselben.

XXVII. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1890.

Der Secretär legt den eben erschienenen 57. Band der Denkschriften vor.

Das c. M. Herr Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Zur Theorie der regulären Kettenbrüche."

Der Secretär legt eine Abhandlung von Herrn Dr. Theodor Gross, Privatdocent an der technischen Hochschule in Berlin, vor, betitelt: „Chemische Versuche über den Schwefel".

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. G. v. Niessl in Brünn, betitelt: „Bahnbestimmung des grossen Meteors vom 17. Jänner 1890."

Das w. M. Herr Director E. Weiss spricht über den Kometen, den der Assistent der Wiener Sternwarte Herr R. Spitaler in den Morgenstunden des 17. November d. J. entdeckte.

Herr Prof. Dr. J. M. Pernter überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Windverhältnisse auf dem Sonnblick und einigen anderen Gipfelstationen."

Herr Dr. Gustav Kohn, Privatdocent an der Wiener Universität, überreicht eine Abhandlung: „Über einige projective Eigenschaften der Poncelet'schen Polygone."

Herr Dr. Gottlieb Adler, Privatdocent an der k. k. Universität zu Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über eine Consequenz der Poisson-Mosotti'schen Theorie."

